



EP 03/14943

Rec'd PCT/PTO

10 JUN 2005

X3

Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2

REC'D 16 FEB 2004
WIPO PCT

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per: **Invenzione Industriale**

N. MI2003 A 000121



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

13 GEN. 2004

Roma, li

IL DIRIGENTE

Ing. DI CARLO

Best Available Copy

015751/fz

PROSPETTO A

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE CRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2003A 000121

REG. A

DATA DI DEPOSITO

27/11/2003

NUMERO BREVETTO

DATA DI RILASCIO

/ / /

D. TITOLO
SISTEMA MODULARE DI SORVEGLIANZA PER IL MONITORAGGIO DI AMBIENTI CRITICI.

L. RIASSUNTO

Sistema modulare di sorveglianza per il monitoraggio di ambienti critici comprendente una pluralità di postazioni fisse e di postazioni mobili; ciascuna postazione comprende almeno una telecamera per l'acquisizione di immagini ambientali ed un circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti e ciascuna postazione mobile comprende ulteriormente mezzi di visualizzazione delle immagini ambientali. Il sistema è caratterizzato dal fatto che ciascuna di dette postazioni comprende mezzi per la comunicazione di dette immagini ambientali con qualsiasi altra postazione di detto sistema modulare di sorveglianza e ciascuna postazione fissa comprende ulteriormente mezzi per la selezione di segnali video provenienti da qualsiasi postazione del sistema modulare di sorveglianza.

M. DISEGNO

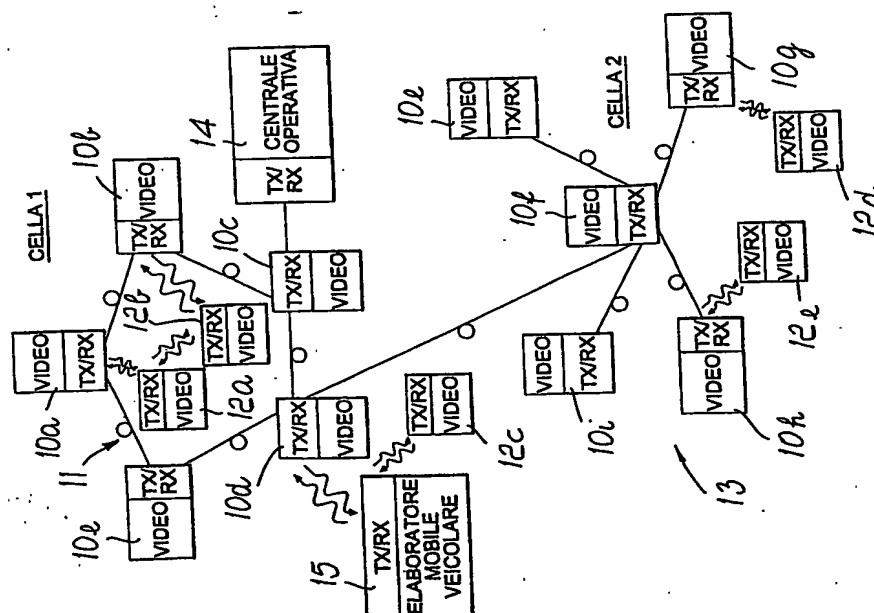
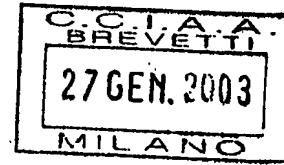


Fig. 1





DONATO Giuseppe
residente a Milano
di nazionalità italiana



DESCRIZIONE

Il presente trovato ha per oggetto un sistema modulare di sorveglianza per il monitoraggio di ambienti critici, in particolare di aree a rischio di incidenti quali gallerie, metropolitane, aree boschive, raffinerie, impianti nucleari, centri commerciali e, in genere, luoghi con forti concentrazioni di persone.

In queste aree critiche le azioni di intervento e di soccorso da parte di vigili del fuoco o forze dell'ordine, in caso di incidente, sono particolarmente rischiose sia per i feriti, sia per i soccorritori, sia per tutte le persone coinvolte nell'incidente, poiché spesso le vie di fuga sono difficilmente individuabili. Il fumo di un incendio, il buio o la nebbia sono i fattori che maggiormente compromettono l'efficacia e la rapidità di un intervento.

Questi fattori possono essere essi stessi all'origine di incidente o del suo aggravarsi, infatti anche in assenza di un incidente, in certe aree critiche (come ad esempio le gallerie) è necessario garantire la sicurezza prevenendo gli incidenti provocati da particolari condizioni ambientali.

Attualmente sono noti sistemi che comunicano immagini, da postazioni fisse, ad una centrale operativa, che coordina le operazioni via radio.

Sono inoltre noti sistemi mobili, montati su casco o portatili, che migliorano la visione da parte del singolo utente. In particolare, il brevetto americano n. US6255650 della Flir Systems, Inc. descrive un sistema formato da una telecamera ad infrarossi (IR), un display, circuiti elettronici ed alimentazione integrati in un apparato portatile, autosufficiente, modellato per essere indossato sulla testa; questo sistema telecamera-display migliora la visione in ambienti di denso particolato, con temperature estreme



come quelle degli incendi. La visione può essere monoscopica o stereoscopica e viene migliorata attraverso una codifica in colori della temperatura operata da un processore e attraverso lenti riflettenti ed opache, posizionate circa a livello degli occhi, per produrre immagini brillanti.

Opzionalmente, il sistema comprende un registratore ed un trasmettitore video esterni; il trasmettitore video trasmette anche dati radiometrici.

Il brevetto US5200827 descrive un altro sistema videocamera-display, concepito per essere montato sull'elmetto di un soldato. Il sistema consente di visualizzare da vicino immagini provenienti da un luogo remoto e serve, ad esempio, per trasmettere immagini dalla zona di combattimento verso la retroguardia.

La trasmissione tra videocamera (montata su un fucile o imperniata sull'elmetto) e display (montato su elmetto) avviene attraverso filo elettrico, fibra ottica o spazio libero, ed un trasmettitore permette la visualizzazione da parte di più persone dell'immagine proveniente da una singola videocamera; ciascuna delle persone interessate può selezionare l'immagine generata da diverse videocamere remote.

Il display utilizzato nel brevetto US5200827 è trasparente per consentire la visione dell'ambiente da parte dell'utente; in particolare, l'immagine è ottenuta attraverso una proiezione olografica su una visiera trasparente. Il display, inoltre, funziona con un separatore di immagine, messo sulla linea di vista della persona, per permettere di osservare una scena sovrapposta dell'oggetto sulla linea di vista e sul display.

Il brevetto FR2602347, infine, descrive un'apparecchiatura costituita da un rilevatore infrarosso, un telemetro laser ed un dispositivo per l'allineamento con il telemetro. L'apparecchiatura funziona su due vie di comunicazione ottiche che lavorano in domini spettrali differenti.

I sistemi e le apparecchiature note risultano limitati nelle applicazioni di



monitoraggio e di soccorso in aree critiche, poiché non integrano efficacemente le informazioni. I sistemi su postazione fissa, in particolare, necessitano di una centrale operativa che coordini le operazioni via radio, e questa centrale non re-invia le immagini ricevute o elaborazioni in tempo reale delle immagini stesse.

Inoltre, le immagini visualizzate sul display derivano da una singola telecamera, e l'interazione con altre telecamere avviene secondo un collegamento diretto.

Compito principale del presente trovato è superare le limitazioni sopra esposte escogitando un sistema di sorveglianza di aree critiche di tipo modulare, in cui tutti i componenti comunichino tra loro in una struttura integrata, che permette agli utilizzatori di condividere il maggior numero di informazioni.

Nell'ambito del compito sopra esposto, uno scopo del trovato è aumentare l'efficienza di intervento in caso di incidente e diminuire i rischi connessi alle operazioni stesse di intervento.

Un altro scopo è quello di migliorare la qualità dell'immagine visualizzata dall'utente, per rendere maggiormente comprensibile la situazione monitorata.

Non ultimo scopo è quello di ottenere un sistema che sia flessibile ed economico, permettendo l'utilizzo su casco, postazione fissa o veicolo.

Questo compito, questi scopi ed altri che meglio appariranno in seguito vengono raggiunti dal sistema modulare di sorveglianza per il monitoraggio di ambienti critici secondo il trovato, il quale comprende una pluralità di postazioni fisse e di postazioni mobili, ciascuna postazione comprendendo almeno una telecamera per l'acquisizione di immagini ambientali ed un circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti, ciascuna postazione mobile comprendendo ulteriormente mezzi di visualizzazione delle immagini ambientali, caratterizzato dal fatto che ciascuna di dette postazioni comprende mezzi per la comunicazione di dette immagini ambientali con qualsiasi altra postazione



di detto sistema modulare di sorveglianza, ciascuna postazione fissa comprendendo ulteriormente mezzi per la selezione di segnali video provenienti da qualsiasi postazione del sistema modulare di sorveglianza.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione risulteranno maggiormente dalla descrizione di una forma di realizzazione preferita ma non esclusiva del sistema modulare di sorveglianza, illustrata a titolo indicativo e non limitativo negli uniti disegni in cui:

la figura 1 illustra uno schema a blocchi del sistema di sorveglianza secondo il trovato;

la figura 2a illustra lo schema a blocchi semplificato del circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti in una postazione mobile;

la figura 2b illustra lo schema a blocchi semplificato del circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti in una postazione fissa;

la figura 3a illustra un esploso dello schema a blocchi del circuito elettronico di figura 2a;

la figura 3b illustra un esploso dello schema a blocchi del circuito elettronico di figura 2b;

la figura 4a illustra una visione in prospettiva della disposizione di telecamere operanti in regimi spettrali differenti;

la figura 4b mostra un esempio di riferimento comune per la calibrazione dei coefficienti di proporzionalità da imporre sulle diverse telecamere attraverso i coefficienti di magnificazione delle ottiche poste in fronte ad esse, al fine di avere una perfetta corrispondenza delle immagini nei diversi domini spettrali con un rapporto di scala 1:1;

la figura 5a illustra una vista schematica in mappa della disposizione





componenti posti a monte di una telecamera od eventualmente di una combinazione di telecamere solidali tra di loro;

la figura 5b illustra una vista schematica in mappa della disposizione dei componenti a monte di una telecamera od eventualmente di una combinazione di telecamere solidali tra di loro;

la figura 5c mostra una vista schematica laterale della struttura per visualizzare immagini stereoscopiche, con dettagli aggiuntivi;

la figura 5d mostra il campo di vista ottenuto per effetto della rotazione di uno specchio posto su di un motore galvanometrico, tenendo conto del cono visivo della telecamera e permettendo di effettuare considerazioni riguardo la dimensione minima delle ottiche e sulla loro localizzazione;

la figura 6a illustra una particolare disposizione dei componenti di una postazione mobile montata su casco;

la figura 6b illustra una particolare disposizione dei componenti di una postazione mobile montata su veicolo;

la figura 6c illustra una particolare disposizione dei componenti di una postazione mobile portatile;

la figura 7 illustra una particolare disposizione dei componenti di una postazione fissa;

la figura 8 illustra un schema più dettagliato dei canali di comunicazione tra postazioni mobili e postazioni fisse;

la figura 9 illustra un'applicazione del sistema di sorveglianza in applicazioni di tipo automobilistico.

Con riferimento alla figura 1, il sistema di sorveglianza comprende una pluralità di postazioni fisse 10a-10l ed una pluralità di postazioni mobili 12a-12e.



Le postazioni fisse sono inserite in una rete preferibilmente a fibre ottiche con strutture conosciute quali ad anello 11 o a stella 13 o lineari, collegate tra di loro secondo una struttura di tipo a grappolo, dove combinazioni delle strutture 11 e 13 e lineari vengono ripetute secondo le esigenze di sorveglianza da soddisfare.

Tale sistema in fibra può essere collegato ad una centrale operativa 14 con funzioni di elaborazione e supervisione e con un centro di elaborazione mobile 15, tipicamente montato su veicolo. Ogni postazione può comunicare bidirezionalmente con qualsiasi altra postazione, sia fissa che mobile.

Le postazioni mobili sono di diverso tipo e, come si vedrà in seguito più in dettaglio, possono essere montate su casco, su veicoli quali automobili, autocarri, aeromobili, su robot semoventi autonomi, oppure su sistemi portatili a mano.

In figura 1 ogni postazione è stata illustrata sinteticamente come costituita da un blocco video (VIDEO) ed un blocco di comunicazione (TX/RX).

La distinzione in due blocchi è puramente esemplificativa; in realtà, ogni postazione è costruita secondo una struttura di tipo modulare, in cui i vari componenti sono rimovibili ed intercambiabili nel loro posizionamento, a seconda del particolare tipo di postazione in cui essi sono montati.

Il blocco video (VIDEO) comprende i componenti necessari per l'acquisizione, l'elaborazione e la visualizzazione delle immagini ambientali.

Il blocco di comunicazione (TX/RX) comprende invece i mezzi di comunicazione delle immagini ambientali acquisite, necessari per ricevere e trasmettere immagini ambientali (codificate in segnali video, secondo tecniche note); ogni postazione mobile è un terminale contemporaneamente ricevente e trasmittente di immagini video da e verso altre postazioni della rete.

Più dettagliatamente, ogni postazione mobile comprende almeno una telecamera



per l'acquisizione di immagini ambientali e almeno un display per permettere la visione di queste immagini da parte di un utente; ogni postazione fissa comprende anch'essa almeno una telecamera e, opzionalmente, un display, il quale non è necessariamente montato nello stesso sito della postazione.

Preferibilmente, le postazioni comprendono ulteriormente una pluralità di telecamere supplementari accoppiate a detta almeno una telecamera per l'acquisizione secondo un medesimo asse ottico di immagini di un medesimo ambiente in domini spettrali differenti, secondo la disposizione ed i collegamenti che verranno meglio illustrati in seguito.

Il centro di elaborazione mobile e la centrale operativa comprendono almeno un display per la visualizzazione dei segnali video della rete ed opzionalmente una o più telecamere.

I display possono essere di tipo comune o, come verrà descritto in seguito, di tipo più specifico, a seconda delle applicazioni.

Nella singola postazione possono essere montate più telecamere; in una forma di realizzazione preferita, viene utilizzata almeno una telecamera di tipo termografico, operante nel campo spettrale dell'infrarosso (per rilevare lunghezze d'onda da 2 a 14 μm circa) ed almeno una seconda telecamera operante in un dominio spettrale differente dall'infrarosso (ad esempio, nel visibile da 400 a 700 nm o in alternativa nel vicino-infrarosso da 700 a 1900 nm).

Preferibilmente, ogni postazione utilizza due segnali video che sono o di tipo termografico, cioè caratterizzato da radiazione proveniente dall'emissione propria dei corpi osservati (qualsiasi corpo emette radiazione termica solo per il fatto di avere una temperatura superiore allo zero assoluto), o di tipo riflettente, dove la radiazione rilevata dalla telecamera deriva per riflessione della luce emessa da una sorgente esterna che



illumina gli oggetti osservati. Nel caso di bassa luminosità la radiazione rilevata è amplificata con un intensificatore di immagine (indicato qui di seguito con il simbolo I^2).

Dal momento che gli intensificatori di immagine possono rilevare anche radiazione nel vicino infrarosso, una forma di realizzazione preferita del trovato comprende non solo una telecamera operante nell'infrarosso (indicata qui di seguito anche con l'espressione "telecamera *IR*") e una telecamera operante nel visibile (indicata qui di seguito anche con "telecamera *VIS*"), ma comprende ulteriormente un intensificatore di immagine operante in alternativa alla telecamera *VIS*, a seconda delle condizioni del grado di luminosità dell'ambiente da monitorare. In particolare, la postazione generica attiva per la visione diurna una telecamera termografica in combinazione con una telecamera visibile, mentre per la visione notturna attiva la telecamera termografica in combinazione con un intensificatore di immagine.

Tale utilizzo di visione in diversi domini spettrali è esemplificativo e non esclusivo della generica postazione.

In ogni postazione comprendente più telecamere operanti in diversi regimi spettrali, le telecamere sono solidali tra di loro, hanno un unico punto di vista e sono collegate ad un unico circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti, che raccoglie le immagini riprese nei vari domini spettrali, le elabora e le invia al display o, attraverso i mezzi di comunicazione, le invia ad altre postazioni, ad esempio ad una postazione montata su un veicolo o su casco di un soccorritore o su un sistema portatile.

Con riferimento alla figura 2a, i mezzi di comunicazione delle immagini acquisite di una postazione mobile comprendono un trasmettitore 21a per trasmettere via radio almeno un segnale video di una rispettiva telecamera della postazione mobile su un rispettivo canale di comunicazione, un ricevitore 22a per ricevere via radio almeno un segnale video su un proveniente da un'altra postazione ed almeno un'antenna 23a per la





comunicazione bidirezionale con le postazioni mobili.

Più in dettaglio, il trasmettitore 21a trasmette ad una certa frequenza portante (f_p) un primo segnale video (proveniente da una telecamera della postazione) su un primo canale $\Phi_{1,1}$ e, eventualmente, trasmette un altro segnale video ulteriore proveniente da un'altra telecamera della postazione, su un secondo canale $\Phi_{1,2}$.

Da qui in avanti, si indicherà con $\Phi_{i,j}$ il generico canale su cui le postazioni trasmettono e ricevono informazioni video, dove $i=1,2, \dots, N$ indica il numero identificativo della postazione che trasmette, N indica il numero di postazioni totali (fisse più mobili) e $j=1,2$ a seconda che il segnale video provenga da una telecamera di tipo termografico ($j=1$), oppure da telecamera visibile o da telecamera con intensificatore di immagine ($j=2$).

Il circuito illustrato in figura 2a comprende ulteriormente un multiplexer (MUX) tramite il quale i due segnali video (ad esempio, infrarosso e visibile) della singola postazione possono essere multiplati su un unico canale, utilizzando tecniche note. In tal caso in ingresso al circuito PIP può essere inviato uno solo dei due segnali, tipicamente il segnale video proveniente dalla termocamera a infrarossi installata sulla postazione mobile.

Una forma di realizzazione alternativa comprende due circuiti del tipo illustrato in figura 2a, privi di multiplexer; un primo circuito riceve in ingresso il segnale video proveniente da una telecamera di tipo VIS, mentre il secondo circuito riceve in ingresso il segnale video proveniente da una telecamera di tipo IR.

Nel caso più generale in cui la singola postazione include più di due telecamere attive contemporaneamente, il circuito di controllo comprende una pluralità di moduli uguali a quello descritto in figura 2a (con l'esclusione del multiplexer), ciascuno adibito al trattamento del segnale video proveniente da una assegnata telecamera.



Il ricevitore 22a opera su un canale differente dal canale di trasmissione della postazione mobile ed è preferibilmente di tipo sintonizzabile o tunabile, cioè comprende un filtro di selezione del canale 29, per lavorare a diverse frequenze di ricezione (ad esempio due frequenze f_1 e f_2).

Opzionalmente, il ricevitore comprende un filtro *notch* 24a, centrato sulle frequenze di trasmissione del trasmettitore 21a, al fine di attenuare il segnale ricevuto dal trasmettitore 21a della stessa postazione; il segnale ricevuto dal trasmettitore 21a, data la sua maggiore potenza, tenderebbe infatti a nascondere i segnali provenienti da altre postazioni.

Le frequenze di comunicazione via etere sono centrate attorno a differenti portanti, disponibili in una certa area (es. centrate intorno 390MHz, 1100MHz, 2000MHz, 2400MHz, 5GHz, 10GHz); opzionalmente, possono essere utilizzate contemporaneamente due o più frequenze portanti con una moltitudine di frequenze di trasmissione centrate attorno ad esse, in quanto le trasmissioni di segnali possono essere soggette a differenti normative locali.

I mezzi di comunicazione comprendono, inoltre, mezzi di codifica 25a dei segnali video da trasmettere e mezzi di decodifica 26a dei segnali video ricevuti, per l'utilizzo di uno stesso canale di comunicazione da parte di postazioni differenti.

Ad esempio, la codifica e la decodifica possono essere ottenute con metodi noti di quadratura e ortogonalizzazione del segnale o tecniche di accesso di tipo TDMA o FDMA o CDMA.

Nel caso di accesso di tipo CDMA, la distinzione sul medesimo canale dei diversi utenti viene ottenuta assegnando a ciascun utente un codice diverso; ad ogni segnale da trasmettere sul canale di comunicazione viene associata, con un'operazione di moltiplicazione, una sequenza numerica (codice) con una velocità di trasmissione molto



più rapida della velocità di informazione da trasmettere. In questo modo, le sequenze di codice di utenti che condividono lo stesso canale sono fra loro diverse e poco correlate.

In condizioni ideali, la tecnica CDMA consente che l'operazione di recupero dell'informazione annulli l'effetto delle interferenze mutue e consenta di estrarre il segnale desiderato.

A complemento o in alternativa ai mezzi 25a di codifica dei segnali video da trasmettere e ai mezzi 26a di decodifica dei segnali video ricevuti, per l'utilizzo di uno stesso canale di comunicazione da parte di postazioni differenti vengono utilizzati dei meccanismi per la criptazione del segnale trasmesso in aria, onde evitarne l'intercettazione da parte di utenti non autorizzati. Tale processo di criptazione è particolarmente utile nel caso di trasmissione di segnali in forma analogica e nel caso in cui ogni canale video coincida con una frequenza portante distinta e definita, mentre per segnali digitali il processo di cifratura e criptazione del segnale video può venire effettuata al momento della digitalizzazione dell'immagine.

Sempre con riferimento alla figura 2a, il circuito elettronico di elaborazione di ogni postazione mobile comprende un circuito elettronico 27 per la sovrapposizione, sullo stesso display, di immagini provenienti da postazioni differenti; questo circuito è preferibilmente di tipo PIP.

Il circuito PIP, presente preferibilmente solo su postazioni mobili, consente di affiancare e/o di presentare per sovrapposizione sul medesimo display immagini provenienti da inquadrature diverse dove l'immagine principale è preferibilmente generata dalla telecamera della postazione mobile dell'utilizzatore A mentre l'immagine sovrapposta può provenire dallo stesso ambiente monitorato mediante comunicazione via etere proveniente direttamente da una postazione fissa posta nelle vicinanze dell'utilizzatore A, oppure proveniente da un altro utilizzatore B posto anch'esso nelle



vicinanze di A e dotato anch'esso di postazione mobile similare o infine da una telecamera posta in ambiente remoto, cioè che invia il proprio segnale in fibra e lo rende disponibile ad un altro capo del sistema di sorveglianza dove si trova A, che non avrebbe altrimenti accesso a tali immagini video. Il circuito PIP sovrappone l'immagine proveniente dalla telecamera termografica propria dell'utilizzatore (o alternativamente proveniente dalla telecamera visibile propria dell'utilizzatore) con quella proveniente da altra postazione, sullo stesso display. Negli altri casi consente di sovrapporre perfettamente immagini provenienti da uno stesso asse ottico, o eventualmente di affiancarle.

Il circuito elettronico per l'elaborazione comprende ulteriormente mezzi per la registrazione di informazioni video, particolarmente un registratore digitale 28a con registrazione su hard disk 28b.

Opzionalmente, il circuito elettronico per l'elaborazione comprende collegati un microfono ed un altoparlante (non mostrati nelle figure), per acquisire e riprodurre segnali audio. In questo caso, anche i segnali audio possono essere condivisi tra le varie postazioni del sistema.

Il circuito elettronico per l'elaborazione si completa con un controllore per modificare i controlli secondo le esigenze dell'utente e con una batteria.

Con riferimento alla figura 2b, i mezzi di comunicazione delle immagini acquisite comprendono un trasmettitore 21b, un ricevitore 22b, un'antenna 23b per la comunicazione con le postazioni mobili e un gruppo 201 di conversione elettrico/ottico-ottico/elettrico (E/O-O/E) per convertire il segnale elettrico processato dal circuito in segnale ottico da inviare in fibra e per convertire il segnale ottico proveniente dalla fibra in segnale elettrico da processare elettronicamente.

Il gruppo di conversione E/O-O/E 201 è collegato ad un gruppo ADD/DRO





200, per aggiungere l'immagine video convertita in segnale ottico ai canali presenti in fibra (funzione di *ADD*) e, viceversa, per selezionare dalla fibra ottica il canale desiderato (funzione di *DROP*) per prelevare informazioni video. Il gruppo *ADD/DROP* 200 comprende una pluralità di moduli di *ADD* ed almeno un modulo di *DROP*, come verrà descritto meglio in seguito con riferimento alla figura 3b.

I canali sono preferibilmente messi in fibra con un protocollo d'accesso di tipo ATM.

La postazione fissa comprende inoltre mezzi di ricezione multipla 22b, per ricevere via radio i canali video trasmessi da postazioni mobili. In particolare, detto *M* il numero di postazioni mobili del sistema e dato che ogni postazione mobile trasmette preferibilmente due segnali video, i mezzi di ricezione multipla comprendono $2M$ ricevitori video distinti nel caso in cui ogni canale coincida con una frequenza di trasmissione distinta, o un numero inferiore a $2n$ nel caso in cui vengano utilizzati protocolli di trasmissione distinti.

La postazione fissa comprende, inoltre, mezzi per la selezione di segnali video dalla rete fissa, e quindi per la selezione di segnali video provenienti da qualsiasi postazione del sistema modulare di sorveglianza.

I mezzi per la selezione di segnali video dalla rete fissa comprendono un secondo ricevitore 22c per ricevere, tramite un segnale di controllo trasmesso via radio, la selezione della telecamera desiderata della rete di sorveglianza da parte della postazione mobile. Tale segnale di controllo è ad una frequenza differente da quella su cui vengono trasmessi i segnali video e, una volta ricevuto dal secondo ricevitore 22c, esso attiva la funzione di *DROP* del filtro *ADD/DROP* 200 per la selezione del canale selezionato (indicato con λ_{SEL}), a cui corrisponde il segnale video di una telecamera di una postazione fissa o mobile del sistema.



Il segnale del canale λ_{SEL} viene poi convertito in segnale elettrico (indicato con V_{SEL}) nel modulo di conversione elettrico/ottico 201, codificato dall'encoder 25b e trasmesso via radio su un canale (indicato con Φ_{SEL}) tramite il trasmettitore 21b della postazione fissa.

Su ogni postazione fissa è opzionalmente presente un sistema di generazione allarme (tipicamente un componente aggiuntivo esterno, non mostrato in figura) che, in caso di allarme rilevato in prossimità della postazione, attiva il funzionamento del sistema mediante la trasmissione via etere dalle postazioni fisse.

Tale segnale di allarme può essere generato da un sensore opportuno oppure semplicemente dalla ricezione di un segnale di una frequenza mobile ricevuta via radio. Il sensore di allarme è, ad esempio, un sensore di tipo piroelettrico, attivabile da una generazione di calore anomala; il sensore genera un segnale di allarme che attiva la postazione fissa e di conseguenza fa passare il sistema di sorveglianza da uno stato di sorveglianza di normale controllo ad uno stato di allerta, in cui tutte le funzioni della postazione sono attive.

Per aggiungere flessibilità al sistema, la postazione fissa preferibilmente trasmette via radio su almeno due canali $\Phi_{SEL,0}$ e $\Phi_{SEL,1}$; sul canale $\Phi_{SEL,0}$ viene trasmesso, da tutte le postazioni fisse, lo stesso segnale video proveniente da una telecamera del sistema di sorveglianza (tipicamente quella che inquadra l'immagine più significativa e quindi meglio posizionata rispetto all'area critica da osservare), mentre sul secondo canale $\Phi_{SEL,1}$ l'operatore da postazione mobile può selezionare un segnale video che venga trasmesso solo dalla postazione fissa più prossima a lui.

Dal momento che possono essere presenti più operatori dotati di postazione mobile, il canale $\Phi_{SEL,1}$ viene preferibilmente selezionato dall'operatore di soccorso che gode dei privilegi prioritari per comandare il cambio di canale con controllo a distanza.



E' possibile incrementare ulteriormente la flessibilità del sistema di sorveglianza mediante una trasmissione dalla postazione fissa su M canali ($\Phi_{SEL,1}, \Phi_{SEL,h}, \Phi_{SEL,M}$), uno per ogni postazione mobile, corrispondenti alla totalità delle M postazioni mobili presenti. In tal caso il segnale di controllo è inviato dalla generica postazione mobile h sul canale $\Phi_{CTRL,h}$ che identifica mediante un codice l'operatore h ; ogni volta che viene inviato un comando di cambio di immagine dalla postazione mobile h , la postazione fissa sul canale di trasmissione $\Phi_{SEL,h}$ cambia la telecamera che origina il segnale video.

Mediante tecniche di accesso (ad esempio, la tecnica CDMA) è possibile incrementare ancora il numero di canali distinti contemporaneamente trasmissibili da postazione fissa e corrispondenti a telecamere distinte del sistema di sorveglianza, riducendo così la banda di frequenze necessaria per le comunicazioni radio.

Per le comunicazioni in fibra si utilizzano preferibilmente tecniche d'accesso di tipo ATM, oppure possono essere utilizzati altri protocolli di accesso o una piattaforma di tipo IP dove ogni unità mobile e fissa viene individuata da un preciso codice IP.

A completare la flessibilità della postazione fissa è presente un segnale di controllo per la movimentazione mediante brandeggio del sistema di telecamere relative alla postazione fissa.

In figura 3a sono illustrati i collegamenti elettrici dei vari componenti del circuito elettronico per l'elaborazione nel caso in cui la postazione mobile è un casco; nella stessa figura è inoltre indicato un blocco PC 36, opzionale, per elaborazioni direttamente sulla postazione.

Un'unità di supporto 31 è montata sulla parte posteriore del casco e presenta in ingresso una pluralità di segnali, provenienti dalla parte frontale del casco; sulla parte frontale del casco sono infatti sono montati telecamere, display ed un controllore



(control box) per la selezione dei canali; tra questi segnali vi sono i segnali di controllo provenienti dal controllore per la selezione di canali 32 e per il controllo del circuito PIP 33, i segnali video provenienti da una prima telecamera 34 e da una seconda telecamera 35 e il segnale di alimentazione, proveniente ad esempio da una batteria o sistema di batterie 37.

Il sistema di batterie 37 è ad alta capacità ed è composto preferibilmente da batterie omogenee tra di loro (in forma, tipo e voltaggio), di tipo commerciale. Il sistema di alimentazione è altresì capace di accettare anche una alimentazione addizionale esterna, che se presente esclude l'alimentazione proveniente dal blocco di alimentazione 37 montato sul sistema portatile.

I segnali di ingresso dell'unità 31 vengono direzionati verso i vari componenti del circuito elettronico. Nella realizzazione di figura 3a, il primo segnale video 34 viene diretto verso un blocco di amplificazione 38, il quale è collegato al circuito PIP 27, all'elaboratore 36 e al codificatore 25a.

L'unità 31 è inoltre collegata all'elaboratore 36 per inviare il secondo segnale video 35 direttamente all'elaboratore 36 e per inviare il segnale elaborato di nuovo all'unità 31 per uso locale.

Il segnale per la selezione del canale 32 viene invece inviato al filtro sintonizzabile 29, il quale è collegato in ingresso al ricevitore 22a ed in uscita al decodificatore 26a.

Il decodificatore 26a è infine collegato sia al circuito PIP (per sovrapporre l'immagine ricevuta con l'immagine codificata nel primo segnale video 34) sia all'elaboratore 36 (per effettuare ulteriori elaborazioni).

Il circuito PIP 27 riceve in ingresso il segnale di controllo PIP 33 dall'unità 31 ed un ulteriore segnale di controllo dall'elaboratore 36.





L'elaboratore 36 o in alternativa il circuito PIP è infine collegato ai mezzi di registrazione di immagini 28a e 28b, per memorizzare il primo segnale video 34 successivamente all'elaborazione dell'elaboratore 36 o il segnale video 27a uscente dal circuito PIP 27; il segnale video passa attraverso il registratore digitale e viene reinviato al display posto nella parte frontale del casco.

Opzionalmente sono presenti ulteriori collegamenti per includere un segnale GPS o la rilevazione di sensori sulla postazione mobile per rilevare caratteristiche ambientali quali temperatura, umidità pressione, radioattività che possono essere anche trasmessi mediante il trasmettitore presente sulla postazione mobile.

Opzionalmente, ulteriori collegamenti per la trasmissione di segnali audio possono essere previsti.

I collegamenti illustrati in figura 3a sono solo un esempio possibile dei collegamenti reciproci tra i vari componenti del circuito elettronico di elaborazione di una postazione mobile.

La figura 3b illustra più in dettaglio i collegamenti interni dei vari componenti della postazione fissa F_K e i collegamenti con la rete in fibra del sistema di sorveglianza.

Considerando la postazione fissa F_K , il segnale video (ad esempio, IR) di una telecamera della postazione F_K e, opzionalmente, il segnale audio proveniente da un microfono installato sulla postazione medesima vengono inviati in un primo modulo del gruppo di conversione elettrico-ottica 201, multiplati ed inviati ad un primo modulo ADD del gruppo $ADD/DROP$ 200 che effettua l'accoppiamento del segnale ottico $\lambda_{K,1}$ generato dal primo convertitore elettrico/ottico con i segnali provenienti dalla rete del sistema di sorveglianza. Il primo modulo ADD presenta in ingresso una fibra proveniente dal primo convertitore elettrico/ottico ed una fibra proveniente dalla rete, mentre in uscita presenta una seconda fibra su cui sono presenti tutte le lunghezze d'onda in



ingresso al modulo.

Un secondo segnale video proveniente da una seconda telecamera della postazione F_K , operante in un altro dominio spettrale (ad esempio nel visibile) ed abbinata alla prima telecamera nelle modalità che verranno dettagliate in seguito, viene inviato ad un secondo modulo di conversione elettrico-ottica del gruppo 201, eventualmente combinato con dati provenienti da sensori opzionali della postazione fissa, con informazioni ambientali (temperatura, umidità, radioattività, presenza di inquinanti tossici o nocivi, ed altro) ed elaborazioni effettuate mediante elementi aggiuntivi e non mostrati in figura, come ad esempio un telemetro per rilevare la distanza della postazione dal luogo dell'incidente, eventualmente in combinazione con un sistema goniometrico (per esempio di tipo giroscopico) che possa così fornire una posizione più accurata del luogo dell'incidente.

Tali segnali vengono anch'essi aggiunti alla fibra in un secondo modulo *ADD*, con le modalità precedentemente descritte, presentando così in uscita del secondo modulo *ADD* la lunghezza d'onda $\lambda_{K,1}$ generata dal primo convertitore elettrico/ottico, la lunghezza d'onda $\lambda_{K,2}$ generata dal secondo convertitore elettrico/ottico e le lunghezze d'onda provenienti dalla rete del sistema di sorveglianza.

Un terzo stadio di conversione e di comunicazione con la rete fissa può essere ripetuto n_{max} volte a seconda del dimensionamento del sistema di sorveglianza, cioè a seconda del numero massimo H di postazioni mobili che sono presenti nelle vicinanze della postazione F_K , la cui immagine video (rilevata dalla telecamera della postazione mobile) si vuole ricevere e mettere a disposizione nella rete del sistema di sorveglianza; inoltre il terzo stadio viene ripetuto in funzione del numero j di telecamere operanti in domini spettrali differenti che possono essere presenti sulla postazione mobile.

Il terzo stadio si compone al massimo di n_{max} moduli con $n_{max} = H \times j$. Ogni

modulo è composto da un sistema di ricezione del segnale video e del segnale audio dalla postazione mobile $M_{h,j}$ sul canale $\Phi_{h,j}$ con in ingresso un filtro *notch* con la funzione di eliminare o mitigare l'eccessiva intensità delle portanti delle frequenze emesse in trasmissione dalla postazione F_K a causa della vicinanza tra ricevitore e trasmettitore. Nello stesso modulo è presente un secondo ricevitore per ricevere su un altro canale di servizio il segnale di controllo per effettuare il cambio di immagine, trasmesso dal trasmettitore della postazione F_K , relativo ad una distinta telecamera il cui segnale è presente nella rete di sorveglianza. Sul canale su cui è presente il segnale di controllo possono essere presenti altre informazioni complementari relative alla postazione mobile, come ad esempio la posizione della postazione mobile, rilevata tramite il sistema GPS presente sulla postazione mobile, o informazioni ambientali sempre relative alla postazione mobile (temperatura, umidità, radioattività, presenza di inquinanti tossici o nocivi, ed altro) oppure un controllo del brandeggio da parte della postazione mobile o del fuoco delle telecamere della postazione fissa F_K da cui la postazione mobile riceve l'immagine, per migliorare la visibilità della zona di interesse.

L'ultimo stadio della postazione F_K include un componente di tipo *DROP*, che a seconda della selezione operata dall'utilizzatore attraverso il segnale di controllo, seleziona una lunghezza d'onda differente. Tale lunghezza d'onda viene quindi convertita in segnale elettrico scomposta nelle sue componenti audio $A_{4,SEL,q}$, video $V_{4,SEL,q}$ ed eventualmente dati (relativi alla postazione cui appartiene il segnale video selezionato); tali dati possono essere sovrapposti all'immagine video mediante un sistema PIP e il segnale in uscita dal componente PIP viene poi codificato attraverso il codificatore e trasmesso dal trasmettitore su un canale con le modalità illustrate precedentemente.

Nel caso vengano utilizzati q canali per trasmettere il segnale da postazioni



fisse, quest'ultimo stadio verrà ripetuto q volte, in particolare nel caso più completo, sono presenti $q_{max} = H \times j + 1$ canali di trasmissione che includono n_{max} canali trasmissivi corrispondenti alle postazioni mobili, e un canale aggiuntivo $\Phi_{SEL,0}$ su cui viene trasmesso il segnale della telecamera più significativa, con eventualmente aggiunta di informazioni da parte di una centrale operativa.

Con tecniche di accesso e multiplazione opportune i moduli possono essere ridotti di numero, in quanto il numero massimo di moduli con corrispondente elemento di *ADD* o *DROP* è di $2 + 2H \times 2j + 1$.

Completa la postazione fissa F_K un sensore di allarme (per esempio di tipo piroelettrico attivabile da una generazione di calore anomala), il quale genera un segnale di allarme che attiva la postazione F_K e, di conseguenza, fa passare il sistema di sorveglianza da uno stato di sorveglianza di normale controllo, ad uno stato di allerta, in cui tutte le funzioni descritte sono attive.

Nelle postazioni mobili, i mezzi di trasmissione e codifica del segnale proprio, i mezzi di ricezione e decodifica dei segnali di altre postazioni e il circuito PIP costituiscono un modulo autosufficiente, rimovibile ed intercambiabile tra diversi utilizzatori.

Come accennato più volte in precedenza, le informazioni a disposizione di un utente possono essere incrementate combinando una pluralità di telecamere operanti in campi spettrali differenti.

Ad esempio, una particolare forma di realizzazione comprende una telecamera 41 operante nel visibile (*VIS*), una telecamera 42 operante nell'infrarosso (*IR*) ed una telecamera con intensificatore di immagine 43 operante nel vicino infrarosso (I^2), disposte in modo da acquisire l'immagine ambientale su uno stesso asse ottico di ingresso 44.





La telecamera IR comprende preferibilmente un sensore di tipo FPA (Focal Plane Array) microbolometrico, con risoluzioni variabili da 160x120 o 320x240 o 640x480 a seconda del costruttore della telecamera IR. In alternativa, possono essere utilizzate telecamere IR con sensori InSb o Quantum Well, quest'ultimo eventualmente sensibile a due intervalli spettrali differenti contemporaneamente sullo stesso piano focale.

Per separare le componenti spettrali dell'immagine ambientale e per proiettare l'immagine sulle telecamere secondo uno stesso punto di vista, le telecamere vengono disposte come in figura 4a e vengono utilizzate lamine separatrici.

Secondo quanto illustrato in figura 4a, le telecamere 42 (IR) e 41 (VIS) vengono montate sulla postazione secondo direzioni di acquisizione ortogonali, mentre la telecamera 43 (I^2) viene montata in una direzione di acquisizione ortogonale rispetto al piano su cui giacciono le altre due telecamere.

Un oculare di ingresso 45 è montato in asse con la direzione di acquisizione della telecamera IR; una prima lamina separatrice 46, per trasmettere le frequenze nell'infrarosso e riflettere le altre frequenze, viene montata in asse tra detto oculare di ingresso e l'obiettivo della telecamera IR, secondo un'inclinazione di 45° rispetto alla direzione di acquisizione della telecamera IR.

Una seconda lamina separatrice 47, per trasmettere le frequenze nel vicino-infrarosso e riflettere le altre frequenze, viene montata in corrispondenza dell'intersezione tra la direzione di acquisizione della telecamera VIS e la direzione di acquisizione della telecamera I^2 , secondo un'inclinazione di 45° .

Sono opzionalmente previsti ulteriori filtri di tipo interferenziale o acusto-ottico per ridurre selettivamente la banda spettrale in ingresso alla telecamera, non illustrati in figura.



Il percorso ottico tra l'oculare di ingresso 45 e l'obbiettivo di ciascuna telecamera deve essere lo stesso per tutte le telecamere, così come il loro campo di vista, in modo da avere una corretta sovrapposizione delle immagini nei diversi domini spettrali; possono essere inserite ottiche opportune prime dell'obbiettivo di ciascuna telecamera al fine di recuperare variazione dovute alla differente dimensione dei sensori FPA di ciascuna telecamera e al comportamento diverso delle ottiche in domini spettrali distinti.

In base alla disposizione appena descritta, è possibile inviare le componenti spettrali di un'immagine ambientale alla rispettiva telecamera di competenza.

Di fronte a ciascuna telecamera viene montato un obbiettivo con zoom ottico e fuoco regolabili (48a, 48b, 48c), preferibilmente motorizzati, in modo da poter scalare propriamente le dimensioni dell'immagine e consentire la perfetta sovrapposizione tra immagini di diversi domini spettrali. A tal fine può essere preso un riferimento comune (figura 4b) che consente di calibrare propriamente la dimensione delle immagini e di conseguenza i rapporti di magnificazione opportuni nei diversi domini spettrali al fine di ottenere la sovrapposizione desiderata. Il filamento con quattro dischi indicato in figura è di materiale opaco alla radiazione dei domini spettrali in cui la radiazione è scomposta (ad esempio sia alla radiazione termica che a quella visibile) ed è posto sull'oculare 45 trasparente ai domini spettrali considerati e rimovibile. Ciò consente di correlare il fuoco delle diverse telecamere e di fissare un coefficiente di proporzionalità che consente la perfetta sovrapposizione delle immagini di domini spettrali differenti.

In alternativa vengono considerate altre forme di calibrazione con target rimovibili posti ad una certa distanza (ad esempio 7-10 metri), e tali calibrazioni sono effettuate in fase di produzione e non direttamente sul campo.

La particolare disposizione di telecamere e lamine separatrici appena descritta è



puramente esemplificativa; alla luce di questa particolare disposizione, numerose altre disposizioni possono essere proposte, secondo le conoscenze di un tecnico medio del ramo.

Attraverso il circuito PIP compreso nella postazione, le immagini acquisite dalle tre telecamere *IR*, *VIS* ed *I²* possono essere affiancate o perfettamente sovrapposte su un unico display, laddove, come spiegato precedentemente, il segnale video *VIS* è in alternativa a quello *I²* nel caso rispettivamente di visione diurna e notturna. Altri tipi di combinazioni di telecamere operanti in domini spettrali differenti e di modalità di visualizzazione di immagine su display sono comunque possibili, fermo restando la sovrapponibilità grazie al fatto che tutte le telecamere hanno il medesimo asse ottico.

In caso di visione con un singolo display, tale display può essere di quelli commerciali di tipo retroilluminato ad esempio TFT oppure con emissione propria di tipo OLED (Organic Light Emitting Display) ed in generale tale display non è trasparente. Nel caso venga utilizzato un display di tipo trasmissivo (TOLED - Transmissive Organic Light Emitting Display) è possibile la visione attraverso il display con sovrapposta l'immagine proveniente dalla telecamera, tipicamente le termocamere ad infrarossi.

Alternativamente, è possibile utilizzare due display sovrapposti, di cui almeno uno trasparente e a emissione di luce organica, di tipo trasmissivo (TOLED - Transmissive Organic Light Emitting Display) o flessibile (FOLED - Flexible Organic Light Emitting Display), come illustrato nelle figure 6a-6c.

Più dettagliatamente, un primo display trasparente 61 viene montato in primo piano rispetto alla visuale dell'utente, mentre un secondo display 62 (ad esempio LCD o FOLED) viene montato in posizione retrostante rispetto alla visuale dell'utente. Attraverso il circuito di controllo, le immagini acquisite dalla telecamera *IR* vengono



visualizzate sul primo display 61 e le immagini acquisite da un'altra telecamera (*VIS* o *I*²) vengono visualizzate sul secondo display 62.

Possono sovrapporsi immagini *IR* mostrate sul primo display e *VIS* mostrate sul secondo display, così come si possono sovrapporre immagini provenienti da altre postazioni con tecnica PIP.

Nel caso che la postazione mobile riceva, da una postazione mobile o fissa, un segnale video visibile e *IR* su doppio canale, la stessa tipologia di visualizzazione delle immagini su display sovrapposti può essere utilizzata anche sull'immagine PIP visualizzata insieme all'immagine propria, dove sul display 61 vengono visualizzate immagini termografiche e sul secondo display 62 vengono visualizzate le immagini nel dominio visibile, secondo la stessa tipologia di PIP (dimensione e posizione del riquadro PIP coincidono nei due display).

A causa della vicinanza del display agli occhi, per limitare il disturbo dell'emissione elettromagnetica agli occhi viene opzionalmente frapposto uno schermo (non illustrato nelle figure) con integrata una maglia di materiale conduttivo che consente di limitare la sollecitazione elettromagnetica sugli occhi dell'utilizzatore.

Nelle postazioni mobili e fisse, inoltre, sono vantaggiosamente previsti moduli rimovibili per allargare il campo di vista dell'utente.

Con riferimento alla figura 5a, per deflettere il campo di vista di almeno una telecamera 54 o di un sistema di telecamere come quello illustrato precedentemente vengono innanzitutto previsti mezzi di deflessione dell'immagine ambientale 51, montati a monte di dette telecamere della postazione. I mezzi di deflessione 51 comprendono, in particolare, mezzi motorizzati ed uno specchio 52 montato su di essi, per riflettere l'immagine ambientale sulla telecamera secondo una pluralità di angolazioni e allargare di conseguenza il campo di visualizzazione.





Lo specchio 52 idealmente riflette radiazioni a lunghezze d'onda comprese tra 400nm e 14 μ m circa.

I mezzi motorizzati, nella forma di realizzazione preferita, consistono in un galvanometro 51a su cui è montato lo specchio 52; lo specchio è montato in modo da trovarsi sullo stesso asse 53 di acquisizione della telecamera 54 e può ruotare, su comando del galvanometro, tra due posizioni angolari estreme 52a e 52b (con inclinazioni, rispetto alla normale all'asse di acquisizione 53, di α_{\max} e α_{\min} , rispettivamente). In questo modo, le immagini ambientali riflesse dallo specchio 52, nelle varie posizioni angolari, vengono acquisite dalla telecamera 54 e vengono visualizzate su display, aumentando il campo di vista. Infatti detto θ l'angolo del campo di vista della telecamera, il nuovo campo di vista esteso è pari a $N_{FOV} = (\alpha_{\max} - \alpha_{\min} + \theta)$; se, per esempio, θ coincide con l'angolo di deflessione del galvanometro ($\alpha_{\max} - \alpha_{\min}$) il campo di vista viene raddoppiato.

Se la frequenza di oscillazione del galvanometro è bassa (tipicamente 0.5 Hz), su display viene mostrata un'immagine che ruota.

Con una frequenza di oscillazione più elevata è possibile invece visualizzare un'immagine unica; per permettere il sincronismo con il sistema PAL e NTSC, la frequenza di oscillazione preferita del galvanometro è compresa tra i 25 e i 30 Hz. L'acquisizione delle immagini avviene tramite uno shutter 57 (figura 5a) posto all'esterno del cono di ingresso dell'immagine, sincronizzato con la posizione di acquisizione desiderata ed operante ad una frequenza doppia della frequenza di oscillazione del galvanometro (50-60Hz), per consentire due acquisizioni in due punti secondo un angolo α_{\max} e α_{\min} , rispettivamente.

La dimensione del display deve essere tale da consentire la visione delle due immagini affiancate; alternativamente, le due immagini possono essere visualizzate



rispettivamente su due display affiancati.

Il sistema di deflessione viene montato preferibilmente in postazioni fisse, e viene utilizzato in alternativa al brandeggio, nel caso di angoli di rotazione limitati; in particolare, diviene particolarmente utile se utilizzato come sistema di puntamento rapido per postazioni fisse, orientando il campo visivo nella direzione voluta anziché ruotando il brandeggio, ruotando lo specchio sul galvanometro, con una velocità di risposta e riposizionamento enormemente più rapida.

In alternativa il campo di vista può essere ampliato in una direzione muovendo su una guida le telecamere della postazione (solidali tra loro), secondo un'oscillazione, ad esempio, sinusoidale. Il sistema di telecamere non ruota su se stesso ma percorre una traiettoria ad arco di circonferenza sulla guida simile a quella percorsa dagli occhi rispetto al punto di rotazione del collo. Il raggio è dato dalla distanza occhi dal collo, tipicamente 20 cm, e la lunghezza dell'arco di circonferenza dipende dal campo visivo desiderato. Detto θ l'angolo del campo di vista della telecamera, il nuovo campo di vista esteso è pari a $N_{FOV} = (2\alpha + \theta)$.

La frequenza di oscillazione può variare a seconda del tipo di utilizzo fatto delle immagini rilevate dalle telecamere. Un oscillazione lenta (frequenza inferiore a 5 Hz) viene utilizzata per mostrare il campo con un display 4:3 e l'intera immagine che riempie tutto il display. Oppure può essere utilizzato un display più largo, con l'immagine che si muove in corrispondenza della rotazione effettuata.

Con riferimento alle figure 5b e 5c è possibile migliorare la visione da parte di utente aggiungendo, ai mezzi di deflessione 51 appena descritti, mezzi che consentano una visione stereoscopica.

I mezzi per la visione stereoscopica comprendono due oculari 55a e 55b, per acquisire immagini ambientali da due punti di vista simmetrici, diretti parallelamente



allo stesso asse ottico 53 di acquisizione della telecamera (figura 5b).

Ciascun oculare è accoppiato con un rispettivo mezzo riflettente 56a e 56b (ad esempio, un ulteriore specchio), inclinato rispetto all'asse ottico di ingresso 53 di un angolo γ , per riflettere l'immagine ambientale sullo specchio 52 montato sul galvanometro. Tale superfici riflettenti, 56a, 56b e 52 non sono necessariamente piane ma possono essere curve dunque con capacità di focalizzare l'immagine meglio sulla telecamera, con lo scopo di diminuire la dimensione delle superfici riflettenti e delle ottiche, al fine di contenere l'intero campo di vista della telecamera.

Nella forma realizzativa illustrata nelle figure 5b-5d, l'angolo γ coincide con l'angolo α di massima rotazione meccanica del galvanometro (tipicamente $\pm 20^\circ$). Sono ovviamente possibili altre configurazioni in cui γ è diverso da α ; nel caso in cui $\gamma < \alpha$ è possibile ottenere una visione periferica migliore.

Eventualmente, per esigenze di velocità e di stabilità dell'immagine, l'angolo γ può essere inferiore all'angolo α di massima rotazione del galvanometro.

Come illustrato in figura 5c gli elementi ottici finora citati e cioè i due oculari 55a e 55b, gli specchi 56a e 56b, lo specchio di deflessione 52 montato su galvanometro e la telecamera 54 non giacciono tutti sullo stesso piano, ma sono disposti spazialmente su due piani distinti che possono essere paralleli o inclinati tra di loro. In figura 5c è mostrato la realizzazione con due piani paralleli.

Nella realizzazione illustrata in figura 5c è illustrato un sistema di lenti opzionale 58a e 58b, per migliorare la qualità di immagini che può essere agevolmente inserito senza pregiudicare la funzionalità degli altri elementi che compongono il sistema di visione stereoscopica; infatti il posizionamento di elementi aggiuntivi all'interno del percorso ottico ha come immediata conseguenza quella di allungare il percorso ottico stesso, e quindi impone dimensioni maggiori per gli elementi ottici posti sul percorso.



L'aver posizionato su due piani distinti i vari elementi ottici, consente di ridurre fortemente la lunghezza del percorso ottico in relazione alla dimensione dell'obiettivo della telecamera e del suo campo di vista, che sono parametri fissi imposti dal costruttore.

Infatti nella figura 5d viene affrontato il problema della dimensione delle ottiche e del loro posizionamento in funzione dell'angolo α di deflessione dello specchio montato su galvanometro, dell'apertura dell'obiettivo della telecamera A , dello spessore h_o dell'involucro dell'obiettivo, e del campo di vista della telecamera θ .

Affinché l'immagine riflessa dallo specchio 52, non vada ad interferire con l'obiettivo della telecamera 54 è necessario che la distanza w tra il raggio esterno corrispondente limite del campo di vista della telecamera e l'obiettivo A della telecamera sia superiore al valore h_o dello spessore dell'involucro della telecamera, cioè $w > h_o$. Perché tale condizione si verifichi è necessario che detta L la distanza tra l'apertura dell'obiettivo A e il centro dello specchio 52 (posto in corrispondenza dell'asse del galvanometro), tale distanza sia superiore ad un valore minimo che consente di avere $w > h_o$. Il valore minimo di L ricavato per $w = h_o$ corrisponde a L_{min} ed direttamente proporzionale all'apertura A , allo spessore del montaggio h_o e alla larghezza del campo di vista θ , mentre è inversamente proporzionale all'angolo α di deflessione del primo specchio a monte della telecamera, secondo la formula

$$L_{min} = \left\{ (A + h_o) \cdot \frac{1 + \tan(\alpha) \tan(\theta/2)}{\tan(2\alpha - \theta/2) - \tan(\theta/2)} + \frac{A}{2} \cdot \tan(\alpha) \right\}.$$

D'altro canto si deve considerare che l'inclinazione α porta, se superiore, ad un valore limite a far urtare lo specchio 52 contro l'obiettivo 54.

Si dimostra che un'inclinazione α ottimale nel caso di termocamera con lente





con apertura 25mm, ed un campo di vista verticale $\theta=12^\circ$ è dell'ordine di 40° . Ciò consente di avere valori di L_{\min} dell'ordine di 20mm.

Altro parametro importante per il sistema di deflessione dell'immagine è la dimensione d dello specchio montato sul galvanometro che si dimostra essere proporzionale all'apertura A , alla distanza L e all'angolo α di massima rotazione meccanica.

Lo specchio 56a è in generale di dimensioni maggiori di quelle dello specchio 52 e si dimostra che la sua dimensione, così come la sua posizione sono entrambe funzione dei parametri citati precedentemente e dell'angolo γ che può anche avere valori differenti da α .

La dimensione dell'oculare di ingresso 55a sarà proporzionale al percorso totale compreso tra l'apertura A e l'apertura 55a, e al campo di vista θ .

Le considerazioni esposte con riferimento alla figura 5d si applicano parimenti agli schemi mostrati in figura 5b e 5c, dove nel caso di figura 5b si considera la figura 5d come un dettaglio dell'oculare sinistro del sistema stereoscopico, mentre nel caso della figura 5c si considera la figura 5d come un dettaglio della visione laterale ruotata di 90° .

Alla luce di quanto esposto appare chiaro che dal momento che il galvanometro in generale ha un'escursione massima dell'angolo di deflessione di $\pm 20^\circ$, imporrebbe al sistema stereoscopico una lunghezza del percorso ottico eccessiva se tutti gli elementi ottici fossero sullo stesso piano. Il fatto di avere due piani distinti su cui vengono posti gli elementi ottici, consente di applicare anche lateralmente (figura 5c) le stesse considerazioni esposte in merito alla figura 5d, ed inclinare il galvanometro di un angolo ottimale (come detto precedentemente 40°) indipendentemente dall'escursione del galvanometro. Inoltre grazie al fatto che generalmente la larghezza del campo di vista θ verticale è inferiore rispetto a quella orizzontale, vi è un ulteriore beneficio in termini



di compattazione del sistema e di riduzione delle dimensioni delle ottiche.

Con una frequenza di oscillazione del galvanometro compresa preferibilmente tra 25 e 30 Hz, le immagini vengono acquisite alternativamente da un oculare e dall'altro; le immagini acquisite vengono riflesse verso la telecamera, sovrapposte e visualizzate sul display con una frequenza di 50-60 Hz.

Le postazioni mobili comprendenti i mezzi per la visione stereoscopica comprendono un display di dimensioni sufficienti a consentire la visione tramite entrambi gli occhi, ad esempio 5 pollici.

In alternativa viene utilizzato un display per occhio per ottenere una visione stereoscopica in cui ogni display riceve l'immagine dal rispettivo oculare grazie alla sincronizzazione data dalla elettronica di controllo che invia al display di sinistra le immagini provenienti dall'oculare sinistro ricevute quando l'angolo di deflessione del galvanometro ha valore $-\alpha$ e viceversa per l'oculare di destra. Anche nel caso di visione binoculare è possibile utilizzare per ogni oculare due microdisplay sovrapposti di cui uno almeno di tipo trasmissivo TOLED, con le tipologie illustrate precedentemente.

Il circuito PIP, le telecamere operanti in differenti domini spettrali con stesso asse ottico e i moduli rimovibili per allargare il campo di vista dell'utente costituiscono i tre componenti per migliorare la visione di un utente dell'ambiente monitorato.

Combinando la visione da domini spettrale diversi con la possibilità di ottenere immagini tridimensionali (3D) si possono ottenere con due display sovrapposti secondo le modalità già esposte le seguenti combinazioni:

primo display con immagine visibile 2D, secondo display con immagine IR 2D
bianco e nero/colori

primo display con immagine I2 2D, secondo display con immagine IR 2D
bianco e nero/colori



primo display con immagine visibile 3D, secondo display con immagine IR 2D
a colori o B/N

primo display con immagine visibile 3D, secondo display con immagine IR 3D
a colori o B/N

primo display con immagine I2 3D, secondo display con immagine IR 2D
bianco e nero/colori

primo display con immagine I2 3D, secondo display con immagine IR 3D
bianco e nero/colori.

In figura 6a viene illustrata una postazione mobile su casco 60. Come spiegato precedentemente un primo display trasparente 61 viene montato in primo piano rispetto alla visuale dell'utente, mentre un secondo display 62 (ad esempio LCD o FOLED) viene montato in posizione retrostante rispetto alla visuale dell'utente. Il primo display 61 è collegato alla telecamera IR, mentre il secondo display 62 è collegato alla telecamera VIS;

Le telecamere IR e VIS sono montate nella parte frontale del casco e sono rappresentate schematicamente dal blocco 63.

La postazione mobile è montata su casco attraverso una struttura di supporto o adattatore 65, comprendente un supporto anteriore 65a ed un supporto posteriore 65b.

Sul supporto anteriore 65a sono montate le telecamere 63, il controllore e i display 61 e 62.

Sul supporto posteriore sono montati la batteria 37 ed eventuali pesi di bilanciamento, a seconda del numero di componenti presenti sul supporto anteriore 65a; preferibilmente, i mezzi di comunicazione (indicati in figura 6 con 66) sono montati sul supporto posteriore 65b.

Il supporto posteriore si completa con elementi di aggancio 67 per fissare la



struttura di supporto 65 al casco.

Il fatto che il montaggio su casco non sia diretto ma avvenga attraverso un adattatore è dovuto alla convenienza di poter meglio adattare il sistema di visione (telecamere, display, trasmissione e batteria) a qualsiasi tipo di casco senza avere la necessità di realizzare una unità casco completa. Infatti soccorritori e forze dell'ordine hanno già dei caschi protettivi in dotazione appositamente studiati e certificati per l'uso che ne compete. Il vantaggio di non dover riprogettare il casco è nell'economia dei costi di realizzazione (ogni stampo di un intero casco richiede forti costi di sviluppo e forti costi di certificazione). Al fine di poter adattare il sistema di visione a qualsiasi tipo di casco, e per limitare ulteriormente i costi di questo adattamento, il sistema di visione non viene montato direttamente su casco ma, appunto, su un adattatore o supporto ausiliario.

La funzione di questo supporto ausiliario è quella di avere sempre la stessa interfaccia per collegare reciprocamente i vari moduli del sistema di visione (meccanicamente ed elettricamente), mentre la parte di fissaggio al casco varierà a seconda del tipo di casco.

Ciò consente economicità nella realizzazione da parte del fabbricante in quanto invece di dover produrre una miriade di involucri diversi per il sistema di visione, se ne può produrre uno solo con la stessa forma meccanica, con le connessioni elettriche poste secondo una disposizione standard. Consente economicità anche da parte dell'ente utilizzatore, in quanto operatori di uno stesso ente o eventualmente anche di diversi enti, siano essi corpi di polizia, vigili del fuoco o militari, che utilizzano caschi di forma diversa possono utilizzare lo stesso sistema di visione, con l'unica spesa dell'adattatore per la loro tipologia di casco, aggiungendo flessibilità, senza gravare sui costi.

Nella forma realizzativa illustrata, la coppia di display è montata girevolmente sul supporto anteriore 65a, in modo da poter essere abbassato od alzato da parte





dell'utilizzatore per permettere la visione diretta.

Ogni modulo è collegato all'altro elettricamente mediante connettori normali o a tenuta stagna fino a IP69 di n PIN, attraverso cui passano tutti i segnali di controllo, segnali video e alimentazione. I segnali sono smistati dal controllore 64 (*Control box*), che permette, attraverso pulsanti, di modificare i controlli secondo le esigenze contingenti dell'utente. Meccanicamente per il fissaggio del sistema di visione sull'adattatore si utilizzano dispositivi di bloccaggio comuni.

Videocamera e display vengono montati sempre su visiera tramite un adattatore, mentre la batteria principale è montata attraverso un adattatore posto nella parte retrostante del casco collegato alla visiera elettricamente mediante cavo ed eventualmente collegato alla visiera anche meccanicamente. La batteria 37 può essere collegata tramite un cavo elettrico esterno con una guina ignifuga ed impermeabile ad una batteria portata in uno zaino. La batteria 37 fissata su casco può essere anche non presente, nel caso in cui l'unità mobile sia collegata direttamente alla batteria presente nello zaino, che nel caso di aree particolarmente pericolose dove può venire utilizzata come unica fonte di alimentazione, in modo da non avere problemi per surriscaldamento del casco a seguito di fonti di calore eccessive.

In una forma di realizzazione alternativa a quella illustrata in figura 6a ed in particolare nel caso di caschi muniti di visiera protettiva, un display di tipo *FOLED* può essere montato direttamente all'interno della visiera (ad esempio, in una maschera antigas), grazie alla sua flessibilità e adattabilità.

L'immagine ricevuta dalla postazione mobile viene presentata con un sistema PIP sulla immagine della propria telecamera che è sempre presente, come riportato ad esempio in figura 4d. Ciò consente di non perdere mai la visione di ciò che è di fronte all'utilizzatore che opera in situazioni di emergenza, ma di poter disporre di informazioni



aggiuntive, presentate con il sistema Picture in Picture, e dunque sovrapposte all'immagine propria.

Nel caso di utilizzo su casco per utenza privata ad esempio per motociclisti il sistema di figura 6a risulta ulteriormente semplificato comprendendo gli stessi elementi presenti nel sistema di figura 6a ma con un sistema di elaborazione delle immagini semplificato, cioè senza il sistema di registrazione delle immagini e con un sistema di trasmissione e ricezione che consenta di accedere solo ad alcuni canali assegnati all'utenza privata, ma non a quelli dedicati agli operatori di pubblica sicurezza o ai soccorritori, come apparirà più chiaro in seguito.

Nel caso di utilizzo su casco per motociclista il display sarà di tipo *FOLED* integrato nella visiera eventualmente rimovibile e intercambiabile con una visiera di tipo normale, oppure di tipo *TOLED*, per consentire la visione attraverso il display della strada, oppure di tipo *microdisplay*, di diametro compreso tra 1" e 2" e riferito ad un solo oculare nel caso il display utilizzato non sia trasparente ed integrabile con un secondo oculare nel caso il display sia di tipo *TOLED*.

Con riferimento alla figura 6b, viene illustrata l'applicazione dei concetti finora esposti al caso di una postazione mobile di tipo veicolare.

La postazione veicolare comprende gli stessi moduli funzionali presenti sul casco (per semplicità verranno utilizzati gli stessi numeri di riferimento per i componenti aventi funzione identica a quella dei componenti già illustrati precedentemente); in particolare, la postazione veicolare comprende almeno una telecamera 63 (montata in posizione frontale rispetto al veicolo), una batteria 37 (montata entro il vano motore), una coppia di display 61, 62 (montati sul parabrezza), un controllore 64 e mezzi di trasmissione e di ricezione 66, montati internamente all'abitacolo.

Così come avviene nel caso del casco utilizzato per utenza privata o di pubblica

sicurezza, vi è una differenza tra veicolo di pubblica sicurezza e veicolo privato, in termini di numero di canali a cui avere accesso per la ricezione di immagini dalla rete di sorveglianza e per inviare comandi di controllo a tale rete. Nel caso di veicolo di soccorso i moduli funzionali sono esattamente identici a quelli della generica postazione mobile così come illustrata nelle figure 3a e 4a, con l'accesso a tutte le funzionalità finora descritte, mentre per utilizzo privato il sistema di trasmissione e ricezione del segnale è preferibilmente semplificato e ridotto in flessibilità, consentendo una ricezione ed una trasmissione del tutto passiva, attivabile in caso di evento critico come nebbia, incendio, incidente che avvengano nell'area di transito del veicolo, con la sola facoltà da parte dell'utilizzatore di poter cambiare canale (e, quindi, visuale) usufruendo della trasmissione di telecamere del sistema di sorveglianza, inclusi i veicoli privati stessi, dotati di tale sistema e che si trovano a transitare nell'area di interesse. Il sistema quando è attivo consente di fruire delle immagini provenienti dagli autoveicoli che si trovano nella zona e di mettere a disposizione tali immagini ai veicoli medesimi, con l'integrazione delle immagini provenienti dalle telecamere fisse. In tal caso è possibile evitare incidenti o di avvicinarsi a zone in cui è avvenuto l'incidente ad una velocità che non consenta di evitare l'impatto nella zona disastrosa. Tale funzionalità risulta particolarmente utile nel caso di scarsa visibilità a causa di nebbia o fumo denso. Ai veicoli dei soccorritori viene dato accesso a tutte le telecamere del sistema di sorveglianza, incluse quelle montate sui veicoli privati ed ulteriori sistemi di visione che verranno descritti in seguito. Tale applicazione verrà illustrata più dettagliatamente in seguito.

La visualizzazione su veicolo viene fatta preferibilmente con display TOLED (uno o due a seconda della complessità del sistema) posto davanti al guidatore in corrispondenza del parasole ed integrato in esso. Tale display si dunque alzare ed



abbassare come avviene nel caso del casco.

I moduli possono comporsi a formare un sistema mimetizzato per scopi investigativi; infatti il sistema può essere occultato inserendolo in contenitori di materiale che consente la trasmissione IR (esempio policarbonato o altri materiali plastici) di forma identica a contenitori commerciali di uso comune (box portasci da porre sul veicolo, zainetti rigidi su ciclomotore o a spalla ecc.) collocati nelle stesse posizioni in cui sono collocati gli oggetti reali con funzione investigativa non localizzabile.

Grazie alla possibilità di materiali plastici di essere trasparenti alla radiazione del vicino infrarosso (tipicamente 700nm) e del lontano infrarosso (tipicamente 3-5 micron o in alcuni casi anche 7-14 micron), mentre sono opachi alle lunghezze d'onda del visibile (tipicamente 400-700 nm), è possibile realizzare unità portatile di visione occultate all'interno di involucri atti a non destare attenzione, consentendo per scopi investigativi di riprendere immagini, anche in posizioni molto più ravvicinate senza destare il minimo sospetto.

I mezzi di comunicazione 66 sono, preferibilmente, di tipo rimovibile; in particolare, essi consistono in un'unità ricetrasmittente di tipo UMTS, che può essere agevolmente rimosso e utilizzato separatamente per applicazioni multimediali e di telefonia mobile comuni.

Con riferimento alla figura 6c, viene mostrato l'utilizzo dei moduli funzionali illustrati nelle figure 3a e 4a applicati ad un sistema portatile a mano.

Anche in questo caso occorre distinguere il caso di operatori di pubblica sicurezza da quello di una utenza privata, in quanto come illustrato in precedenza vi saranno differenze in termini di numero di canali a cui avere accesso per la ricezione di immagini dalla rete di sorveglianza e per l'invio di comandi di controllo a tale rete, così





come avviene per le altre tipologie di postazione.

Sia per gli operatori di pubblica sicurezza che per utenti privati sarà possibile, ove disponibile fruire dei vantaggi di comunicazioni di tipo UMTS.

Infatti nel caso in cui il sistema di sorveglianza sia collegato ad una rete UMTS consente di inviare le immagini provenienti da tale sistema ad utenti dotati di un terminale UMTS anche di tipo commerciale e di fruire dunque di immagini in situazioni critiche messe a disposizione su canali dedicati, che sono attivati in situazioni critiche e "letti" da terminali la cui localizzazione è nell'area in cui avviene il disastro. Il dispositivo UMTS è opzionalmente dotato di un tasto con la funzione specifica di chiamata per il collegamento al servizio di emergenza e richiesta di invio di immagini dal luogo di attivazione della richiesta, ovvero se si verificano contemporaneamente le due condizioni di richiesta di invio immagini, e di attivazione allarme del sistema di sorveglianza, il trasmettitore del sistema di sorveglianza comincia ad inviare immagini al terminale UMTS che ne ha fatto richiesta.

Con riferimento alla figura 7, la postazione fissa è montata su un supporto 75 e, oltre agli elementi comuni alle varie postazioni quali la telecamera o il sistema di telecamere 63, il circuito elettronico di controllo e i mezzi di comunicazione con le altre postazioni 66, comprende i già citati mezzi di allarme 74 per trasmettere segnali di allarme verso altre postazioni, i mezzi per la conversione elettrico/ottica e ottico/elettrica 201 e il modulo *ADD/DROP* 200.

Durante il funzionamento del sistema di sorveglianza, nella rete in fibra sono presenti una pluralità di canali *F* corrispondenti ad altrettante telecamere presenti in postazioni fisse; ed una pluralità di canali *M* corrispondenti ad altrettanti segnali ricevuti via radio provenienti da postazioni mobili.

Ogni postazione fissa corrisponde ad un nodo della rete in fibra ed immette in



essa il segnale della telecamera fissa corrispondente a tale nodo (per ogni nodo vi possono comunque essere più telecamere, ad esempio una visibile ed una infrarossi) e i segnali ricevuti da quel nodo dalle postazioni mobili adiacenti.

Il tipo di telecamera remota, il cui segnale viene trasmesso alla frequenza f_k dal sistema fisso, viene selezionata tramite un controllo via radio trasmesso dalla postazione M_h .

Con riferimento alla figura 8 il sistema di sorveglianza illustrato sommariamente in figura 1 può essere descritto in modo più approfondito come segue.

In ricezione si possono ricevere immagini video provenienti da un elaboratore centrale (situato in una centrale di controllo) che contengano molte più informazioni di quelle trasmesse, cioè le immagini rilevate dall'operatore M_h possono essere trasmesse sul canale Φ_{hj} ad un elaboratore remoto, elaborate e reinviate all'operatore M_h alle frequenza di ricezione $\Phi_{SEL,0}$.

Il sistema di sorveglianza è dotato di F postazioni fisse, ognuna delle quali è collegata ad un rispettivo nodo in una rete di trasmissione ad esempio in fibra con una struttura ad anello, in cui viaggiano su fibra tutte le immagini delle telecamere, così come mostrato nella figura 1; tali strutture possono a loro volta essere collegate tra di loro formando una struttura a grappolo. E' possibile definire macro celle corrispondenti a una definita area da sorvegliare (ad esempio una galleria autostradale, o una galleria metropolitana, o un area boschiva, o un sito industriale o un sito nucleare o un centro commerciale con concentrazione di persone) messe in comunicazione tra di loro attraverso una rete fissa definita Core Network.

Considerando un sistema di sorveglianza composto da $F = F_{IR} + F_{VIS}$ telecamere fisse (dove F_{IR} indica il numero di telecamere fisse *IR*, mentre F_{VIS} indica il numero di telecamere fisse *VIS*), e da $M = M_C + M_V + M_P$ telecamere mobili, variabili di numero a



seconda degli operatori attivi; M_C indica il numero di postazioni mobili su casco, M_V indica il numero di postazioni mobili su veicolo, M_P indica il numero di postazioni mobili portatili.

Il funzionamento del sistema è il seguente. Ogni nodo immette nella rete fissa (*Core Network*) il segnale delle telecamere fisse corrispondenti a tale nodo ed i segnali trasmessi dalle M postazioni mobili che vengono trasmessi via radio dalla generica postazione M_h su due canali ($\Phi_{h,1}$ per *IR* e $\Phi_{h,2}$ per *VIS*). Nel caso sia disponibile un solo canale, viene preferita la trasmissione per *IR*.

Il segnale video *IR* o *VIS* può essere un segnale di tipo stereografico per consentire una visualizzazione 3D, in tal caso a meno che vengano realizzate compressioni del segnale video, tale trasmissione avviene a spese di un allargamento della banda del canale corrispondente.

In questo modo, un nodo posto in un altro punto del sistema di sorveglianza può trasmettere via radio un'immagine ricevuta da una telecamera fissa F_k o da una telecamera mobile M_h ricevute in un qualsiasi altro punto del sistema. Ogni postazione, infatti, è un punto contemporaneamente trasmittente e ricevente.

La trasmissione dal nodo K avviene sul canale $\Phi_{SEL,0}$ e su $2M$ canali $\Phi_{SEL,M}$. Dunque la postazione mobile M_h può ricevere i segnali provenienti dalle altre postazioni mobili M_j ($j \neq h$) adiacenti, ad esempio con trasmissione diretta tra es. M_h e M_j tramite il canale $\Phi_{j,1}$ e $\Phi_{j,2}$ e dalla postazione fissa F_K sul canale $\Phi_{SEL,h}$.

Nel caso più semplice tutti i nodi del sistema trasmettono alla stessa frequenza $\Phi_{SEL,0}$. In generale la postazione mobile M_h riceve il segnale dal nodo più "conveniente" che gli consente il livello di segnale più elevato. Il tipo di telecamera di una postazione fissa o mobile remota il cui segnale viene trasmesso viene trasmessa sul canale $\Phi_{SEL,j}$ dal sistema fisso, viene selezionata tramite un controllo via radio trasmesso dalla postazione



M_j sul canale $\Phi_{CTRL,j}$. La postazione fissa che genera un allarme in base alle rivelazioni di un sensore esterno o di un software di elaborazione delle immagini riprese, immette il segnale video nella rete e lo trasmette a tutti gli altri nodi sulla lunghezza d'onda λ_0 e viceversa a tutte le postazioni mobili sul canale $\Phi_{SEL,0}$.

Più in generale il canale $\Phi_{SEL,h}$ viene selezionato tramite un controllo via radio trasmesso dalla postazione M_h , mediante un canale di servizio $\Phi_{CTRL,h}$, e tipicamente sul canale $\Phi_{SEL,0}$ viene ricevuta di default la telecamera F_K che genera l'allarme attraverso un sensore esterno o mediante software di elaborazione delle immagini e che trasmette il segnale proveniente dal nodo F_K da tutti gli altri nodi.

L'immagine ricevuta, preferibilmente, dalla postazione mobile viene presentata con un sistema PIP sull'immagine della propria telecamera che è sempre presente. Ciò consente di non perdere mai la visione di ciò che è di fronte all'utilizzatore che opera in situazioni di emergenza e di disporre di informazioni aggiuntive, presentate con il sistema PIP, e dunque sovrapposte all'immagine propria.

Inoltre, il sistema PIP può essere utilizzato per presentare su un solo display sia l'immagine proveniente da una telecamera operante nel visibile sia quella proveniente da una telecamera operante, ad esempio, nell'infrarosso.

Il sistema di sorveglianza, come già accennato, può essere integrato in un sistema UMTS. Per utilizzare un sistema UMTS, la frequenza di trasmissione è compresa tra 1885MHz e 2025 MHz o 2110 MHz e 2200MHz e in trasmissione e ricezione viene utilizzato un protocollo di accesso CDMA dove ogni terminale è individuato da un codice di identificazione.

I vantaggi dell'integrazione del sistema di sorveglianza in un sistema UMTS sono quelli di poter gestire il segnale attraverso una rete commerciale che si prevede sarà diffusa sul territorio di ogni nazione capillarmente e con una copertura efficiente,





eventualmente con l'ausilio di satelliti.

Inoltre, l'integrazione consente di migliorare la gestione del segnale nel caso di sovrapposizione di segnali trasmessi da nodi adiacenti, aumentando il numero di canali disponibili per servizi e controlli (selezione del canale desiderato, invio di segnali di controllo ecc.). Infine, l'integrazione consente ad un utente dotato di terminale UMTS di poter fruire delle informazioni pervenute dal sistema di sorveglianza, consentendo l'individuazione di vie di fuga in caso di incendio o disastro e disporre di messaggi di comunicazione sulle azioni da intraprendere. Infatti mediante un software gestito da una centrale operativa, può essere mostrata una via di fuga, o quantomeno segnalata la localizzazione di incendi o zone pericolose da evitare.

Con riferimento alla figura 9 tale utilizzo trova applicazione, ad esempio, nel monitoraggio di tunnel o gallerie automobilistiche, metropolitane o ferroviarie, dove il fumo sprigionato da un incendio impedirebbe la localizzazione dell'incidente e la via da intraprendere per uscire. In tal caso le telecamere delle postazioni fisse (F_{1j} , F_{2j} , ...) situate nel tunnel possono trasmettere ad un autoveicolo o ad una persona le immagini prossime al punto dell'incidente.

Similmente, se sugli autoveicoli sono montate postazioni secondo il trovato, comprendenti cioè telecamere, mezzi di visualizzazione e di trasmissione/ricezione come descritto in precedenza, un autoveicolo che si trova nei pressi dell'incidente può inviare le immagini al sistema di sorveglianza, rendendole fruibili ad altri autoveicoli, che possono così evitare di entrare nella zona di pericolo. Allo stesso tempo i singoli autoveicoli possono ricevere le immagini provenienti dal sistema di trasmissione ed intraprendere le opportune azioni di salvataggio autonomo.

Se l'autoveicolo A si trova nei pressi dell'incidente, le immagini vengono inviate dall'autoveicolo A al sistema di sorveglianza e rese fruibili ad altri autoveicoli B_i



che seguono e che possono così evitare di entrare nella zona di pericolo. Allo stesso tempo gli autoveicoli possono ricevere le immagini provenienti dal sistema di trasmissione ed intraprendere le opportune azioni di auto-salvataggio.

La ricezione da parte del veicolo avviene dai nodi corrispondenti alle F_k postazioni fisse poste lungo la strada o nei tunnel, e il segnale video trasmesso è quello della telecamera più significativa, sul canale $\Phi_{SEL,0}$ su cui possono essere trasmessi messaggi o indicate vie di fuga insieme con i dati di dove si trova la telecamera. Nel caso la visuale più significativa sia quella del veicolo A, il segnale video trasmesso su un canale radio $\Phi_{A,1}$ di A viene ricevuta dal veicolo B dell'utente privato mediante il canale $\Phi_{SEL,0}$.

Preferibilmente, solo i veicoli di soccorso possono additionally fruire di tutta la gamma di canali messi a disposizione dal sistema di sorveglianza e di una canale addizionale $\Phi_{CTRL,h}$ per selezionare il segnale video desiderato tra tutti quelli presenti nel sistema in fibra.

Infine si possono considerare altre varianti non presentate nelle figure che permettono di affrontare altre problematiche che possono sorgere in caso di incidente. Infatti, nel caso che non sia possibile trasmettere immagini da un luogo in cui si trova un operatore ad un nodo di un sistema di sorveglianza, si possono utilizzare veicoli o aeromobili con un sistema di navigazione autonomo in grado di fare la spola, immagazzinando immagini ricevute dall'operatore e portandosi poi in un punto in cui poter accedere via radio al sistema di sorveglianza, e facendo avanti e indietro tra le due aree disgiunte dal punto di vista della comunicazione.

Considerando un veicolo robotizzato o altro mezzo dotato di sistema di navigazione che non necessita di essere controllato a distanza ma che può muoversi autonomamente in un'area assegnata, e che può dunque addentrarsi in aree non



raggiungibili da segnale via etere o via satellite o via fibra. Esso riprende una serie di immagini dal luogo di interesse, le registra e si porta poi in un luogo raggiungibile da segnali radio per consentire il trasferimento delle immagini registrate.

Tale unità può essere eventualmente di supporto per un operatore di sicurezza che può addentrarsi nell'area critica, dove si è verificato l'incidente con opportune precauzioni che salvaguardino la sicurezza personale, ma che una volta nell'area critica non possa più comunicare con l'esterno via etere a causa, ad esempio, della presenza di pareti schermanti come ad esempio possono essere quelle che circondano un reattore nucleare oppure le pareti di caverne. In tal caso l'unità robotizzata può fungere da mezzo di comunicazione tra l'operatore che non può comunicare con l'ambiente esterno, facendo avanti e indietro tra l'area in cui si trova l'operatore e l'area in cui è possibile comunicare con il sistema di sorveglianza.

Nel caso di aeromobili, si possono ricevere immagini da tutti gli aeromobili in movimento nella pista, al fine di perfezionare sistemi di allerta in caso di operazioni errate. In particolare nel caso di aeromobili in movimento in un aeroporto, possono venire montate sulla pista dell'aeroporto dei segnalatori di calore codificati che localizzano e definiscono la loro posizione. In questo modo le telecamere poste sugli aerei possono individuare la posizione dei riferimenti a terra e possono contemporaneamente ricevere le immagini e la rispettiva posizione anche riferita agli altri aerei e veicoli in movimentazione, di fondamentale importanza in caso di scarsa visibilità a causa ad esempio di nebbia.

Altra applicazione del sistema è l'implementazione e l'utilizzo in centri ad alto rischio (centrali nucleari, raffinerie, poli petrolchimici, centri con forte concentrazione di persone, come stadi, centri commerciali o piazze o aree boschive).

E' stato così mostrato come il sistema modulare di sorveglianza proposto



permetta di raggiungere gli scopi prefissi.

Il trovato così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo. Inoltre tutti i dettagli potranno essere sostituiti da elementi tecnicamente equivalenti.

Laddove le caratteristiche tecniche nelle rivendicazioni sono seguite da riferimenti numerici e/o sigle, detti riferimenti numerici e/o sigle sono stati aggiunti all'unico scopo di aumentare l'intelligibilità delle rivendicazioni e, pertanto, detti riferimenti numerici e/o sigle non producono alcun effetto sull'ambito di ciascun elemento identificato solo a titolo indicativo da detti riferimenti numerici e/o sigle.





RIVENDICAZIONI

1. Sistema modulare di sorveglianza per il monitoraggio di ambienti critici comprendente una pluralità di postazioni fisse e di postazioni mobili, ciascuna postazione comprendendo almeno una telecamera per l'acquisizione di immagini ambientali ed un circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti, ciascuna postazione mobile comprendendo ulteriormente mezzi di visualizzazione delle immagini ambientali, caratterizzato dal fatto che ciascuna di dette postazioni comprende mezzi per la comunicazione di dette immagini ambientali con qualsiasi altra postazione di detto sistema modulare di sorveglianza, ciascuna postazione fissa comprendendo ulteriormente mezzi per la selezione di segnali video provenienti da qualsiasi postazione del sistema modulare di sorveglianza.
2. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che dette postazioni fisse sono inserite in una rete in fibra ottica.
3. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che dette postazioni mobili sono selezionate dal gruppo comprendente postazioni montate su casco, postazioni montate su veicolo e postazioni portatili a mano.
4. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detta almeno una telecamera, detti mezzi per la visualizzazione, detto circuito elettronico e detti mezzi per la comunicazione sono collegati tra loro in modo amovibile, secondo una struttura modulare.
5. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per la comunicazione di immagini ambientali comprendono almeno un trasmettitore per trasmettere via radio almeno un segnale video di una rispettiva telecamera su un rispettivo canale di comunicazione ed almeno un



ricevitore per ricevere via radio almeno un segnale video su un secondo canale di comunicazione.

6. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per la comunicazione di segnali video comprendono ulteriormente mezzi di codifica dei segnali da trasmettere e mezzi di decodifica dei segnali ricevuti, per l'utilizzo di uno stesso canale di comunicazione da parte di postazioni differenti.

7. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per la selezione di segnali video provenienti da qualsiasi postazione comprendono almeno un secondo ricevitore per la ricezione di un segnale di controllo per la selezione di un canale dalla rete fissa.

8. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che ciascuna di dette postazioni fisse comprende un gruppo di conversione elettrico/ottico ed ottico/elettrico e un gruppo ADD/DROP per l'inserimento e l'estrazione di canali dalla rete fissa in fibra ottica.

9. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che dette postazioni comprendono ulteriormente mezzi di deflessione dell'immagine ambientale montati a monte di detta almeno una telecamera, detti mezzi di deflessione comprendendo mezzi motorizzati ed uno specchio montato su detti mezzi motorizzati a monte di detta almeno una telecamera per riflettere l'immagine ambientale su detta almeno una telecamera secondo una pluralità di angolazioni e allargare di conseguenza il campo di visualizzazione.

10. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detti mezzi motorizzati comprendono un galvanometro per far oscillare detto specchio tra due posizioni estreme, detti mezzi di deflessione



dell'immagine ambientale comprendendo ulteriormente uno *shutter* montato tra detto specchio e detta almeno una telecamera, per acquisire l'immagine ambientale in corrispondenza di dette posizioni estreme.

11. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 9 o 10, caratterizzato dal fatto di comprendere ulteriormente mezzi di visione stereoscopica, detti mezzi di visione stereoscopica e detti mezzi di deflessione dell'immagine essendo montati secondo piani differenti, detti mezzi di visione stereoscopica comprendendo due oculari, ciascun oculare essendo accoppiato ad un mezzo riflettente orientato per riflettere l'immagine ambientale su detto specchio montato su detti mezzi motorizzati.

12. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di visualizzazione comprendono almeno un display di tipo trasmissivo a emissione organica di luce (TOLED).

13. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che almeno una postazione comprende ulteriormente una pluralità di telecamere supplementari accoppiate a detta almeno una telecamera per l'acquisizione secondo un medesimo asse ottico di immagini di un medesimo ambiente in domini spettrali differenti.

14. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che detta almeno una telecamera e detta pluralità di telecamere supplementari sono montate secondo piani ortogonali e sono selezionate dal gruppo comprendente telecamere operanti nel dominio spettrale delle frequenze ottiche visibili, telecamere di tipo termografico, operanti nel dominio spettrale dell'infrarosso, e telecamere con intensificatore di immagine, operanti in un dominio spettrale comprendente frequenze ottiche nel vicino-infrarosso.

15. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 14,



caratterizzato dal fatto di comprendere lamine separatrici per scomporre nelle differenti componenti spettrali le immagini ambientali acquisite e direzionarle verso detta almeno una telecamera e detta pluralità di telecamere supplementari.

16. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detto circuito elettronico comprende un circuito di tipo PIP per la sovrapposizione di immagini, per sovrapporre all'immagine acquisita da una telecamera della postazione immagini acquisite da altre postazioni o da altre telecamere della postazione stessa.

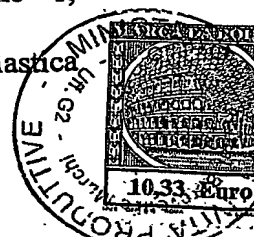
17. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 16, caratterizzato dal fatto che detti mezzi di visualizzazione comprendono una pluralità di display sovrapposti rispetto alla visuale di un utilizzatore, comprendenti almeno un display di tipo OLED trasparente in primo piano rispetto all'utilizzatore.

18. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per la comunicazione di immagini ambientali comprendono un'unità ricetrasmittente di tipo UMTS rimovibile e utilizzabile separatamente per applicazioni multimediali e di telefonia.

19. Sistema modulare di sorveglianza secondo qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che almeno una postazione comprende ulteriormente mezzi per la registrazione digitale delle immagini ambientali acquisite.

20. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno una postazione robotizzata semovente con navigazione autonoma, per registrare immagini da ambienti non raggiungibili da segnali via etere e trasmettere dette immagini da ambienti raggiungibili da segnali via etere.

21. Sistema modulare di sorveglianza secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che almeno una postazione è inserita in un contenitore di plastica





di tipo policarbonato.

22. Dispositivo portatile per la visualizzazione di immagini ambientali in ambienti critici comprendente almeno una telecamera, mezzi per la visualizzazione di immagini ambientali ed un circuito elettronico per l'elaborazione dei segnali acquisiti, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi per la comunicazione di immagini ambientali, detta almeno una telecamera, detti mezzi per la visualizzazione di immagini ambientali, detto circuito elettronico per l'elaborazione e detti mezzi per la comunicazione di immagini ambientali essendo montati su un supporto adattabile su casco.

23. Dispositivo portatile secondo la rivendicazione 22, caratterizzato dal fatto che detti mezzi per la comunicazione di immagini ambientali comprendono mezzi per la trasmissione di immagini acquisite da detta almeno una telecamera e mezzi per la ricezione di immagini ambientali acquisite da telecamere installate in altri dispositivi portatili o inserite in una rete di comunicazione.

24. Dispositivo portatile secondo la rivendicazione 23, caratterizzato dal fatto di comprendere mezzi di alimentazione a batteria costituiti da un blocco unico montato su detto adattatore.

Il Mandatario:

- Dr. Ing. Guido MODIANO -



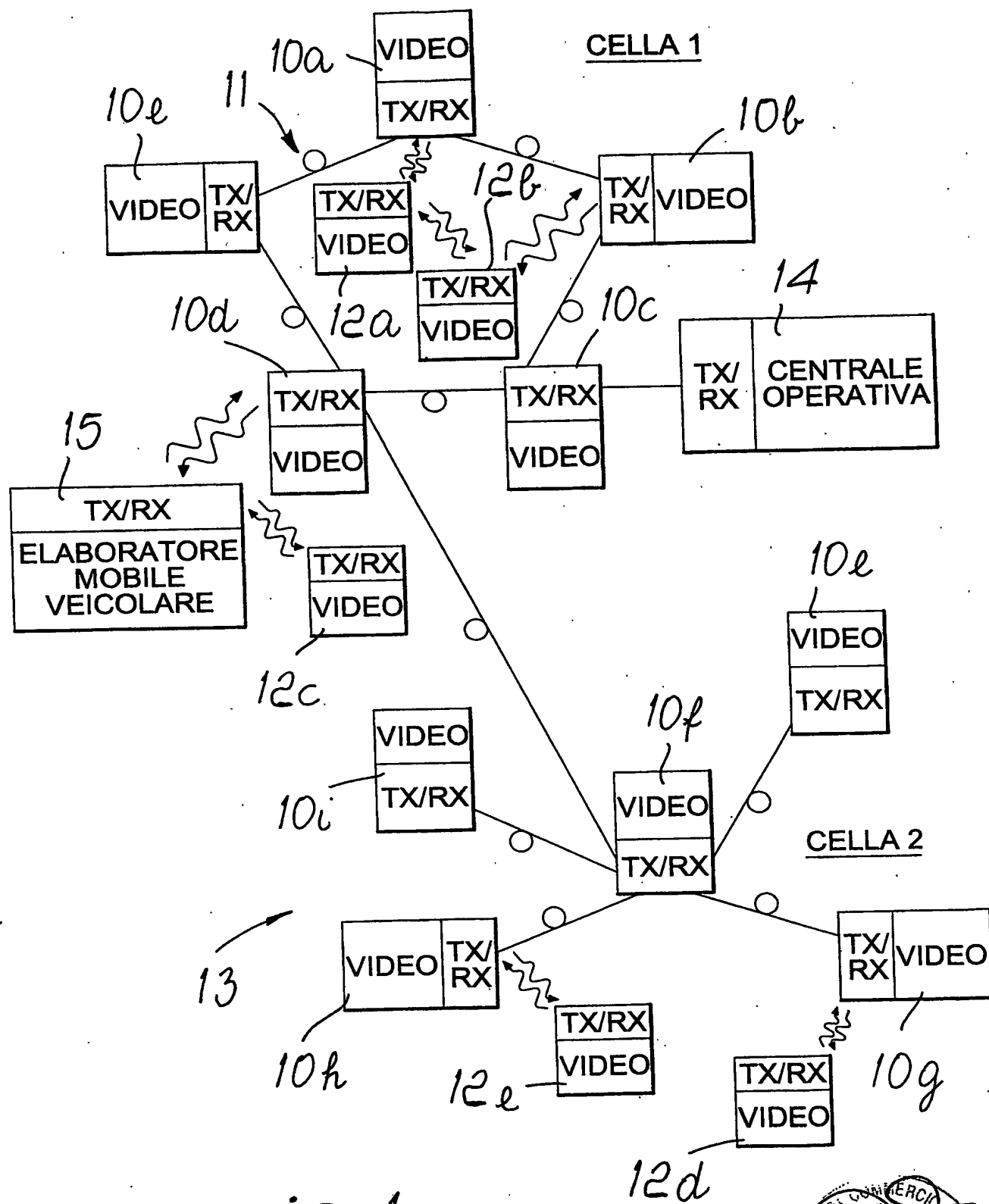
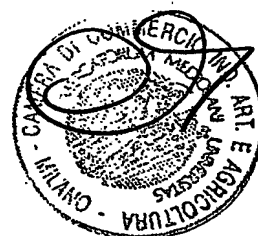


Fig. 1

MI 2003A 000121



davi

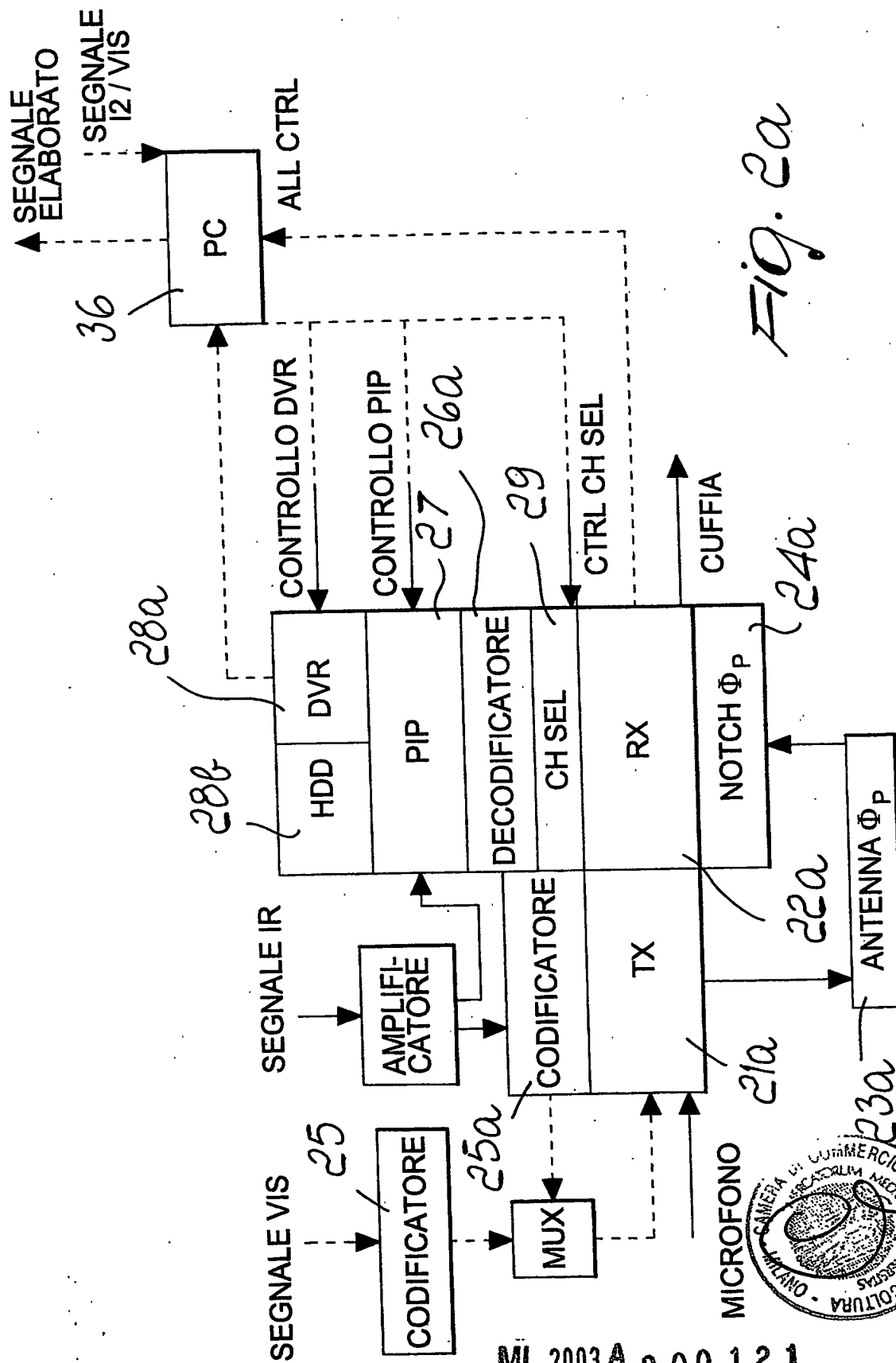


Fig. 2a

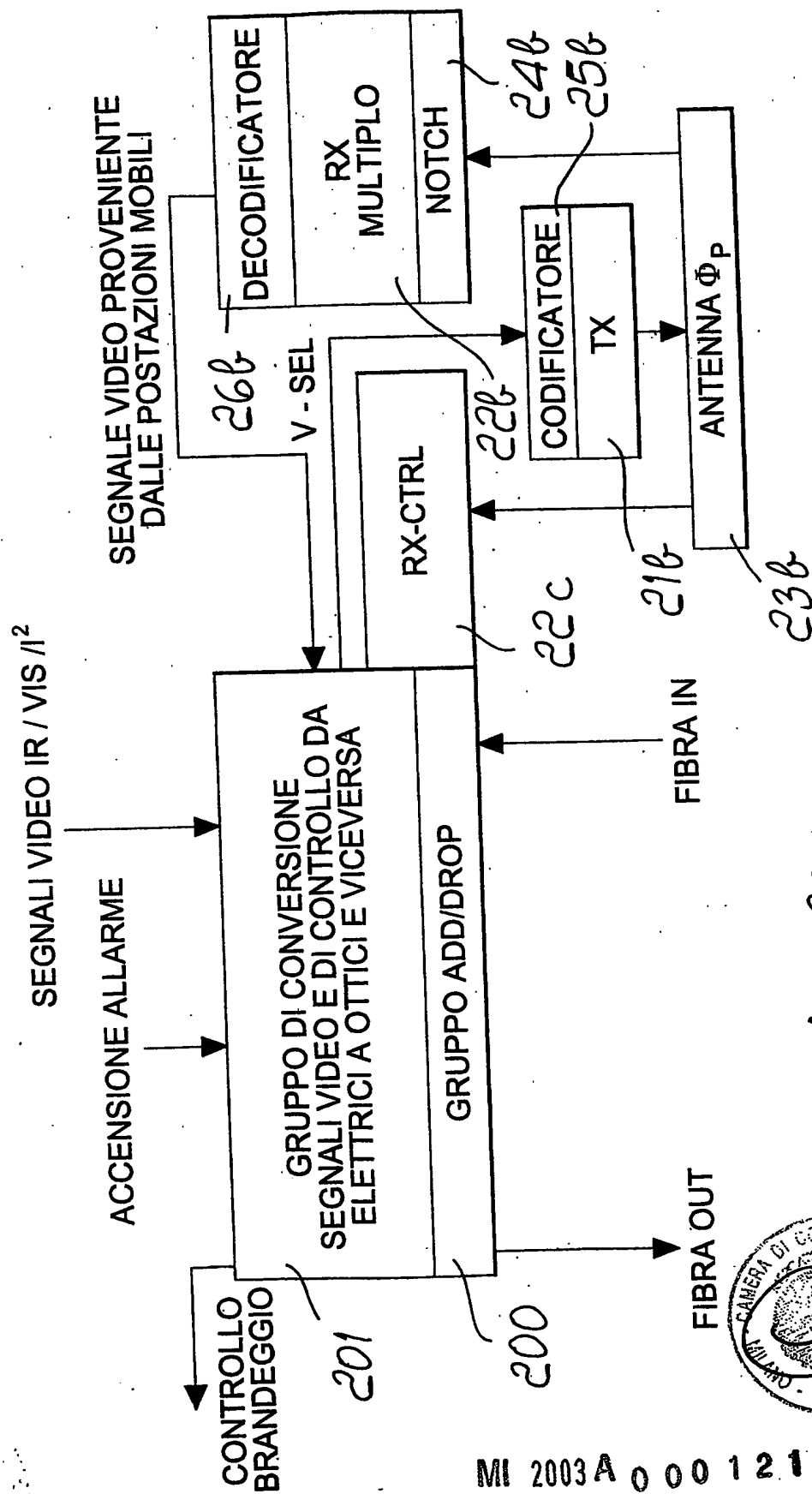
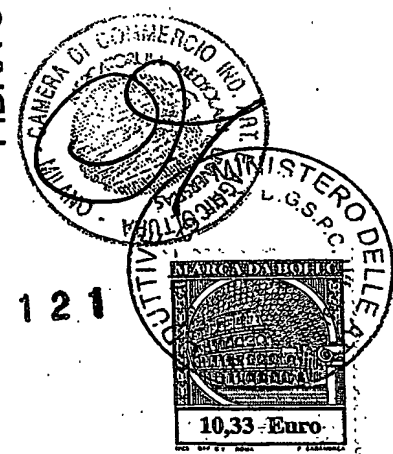


Fig. 2b

MI 2003 A 0 00 1 2 1





MI 2003 A 0 00 12 t.

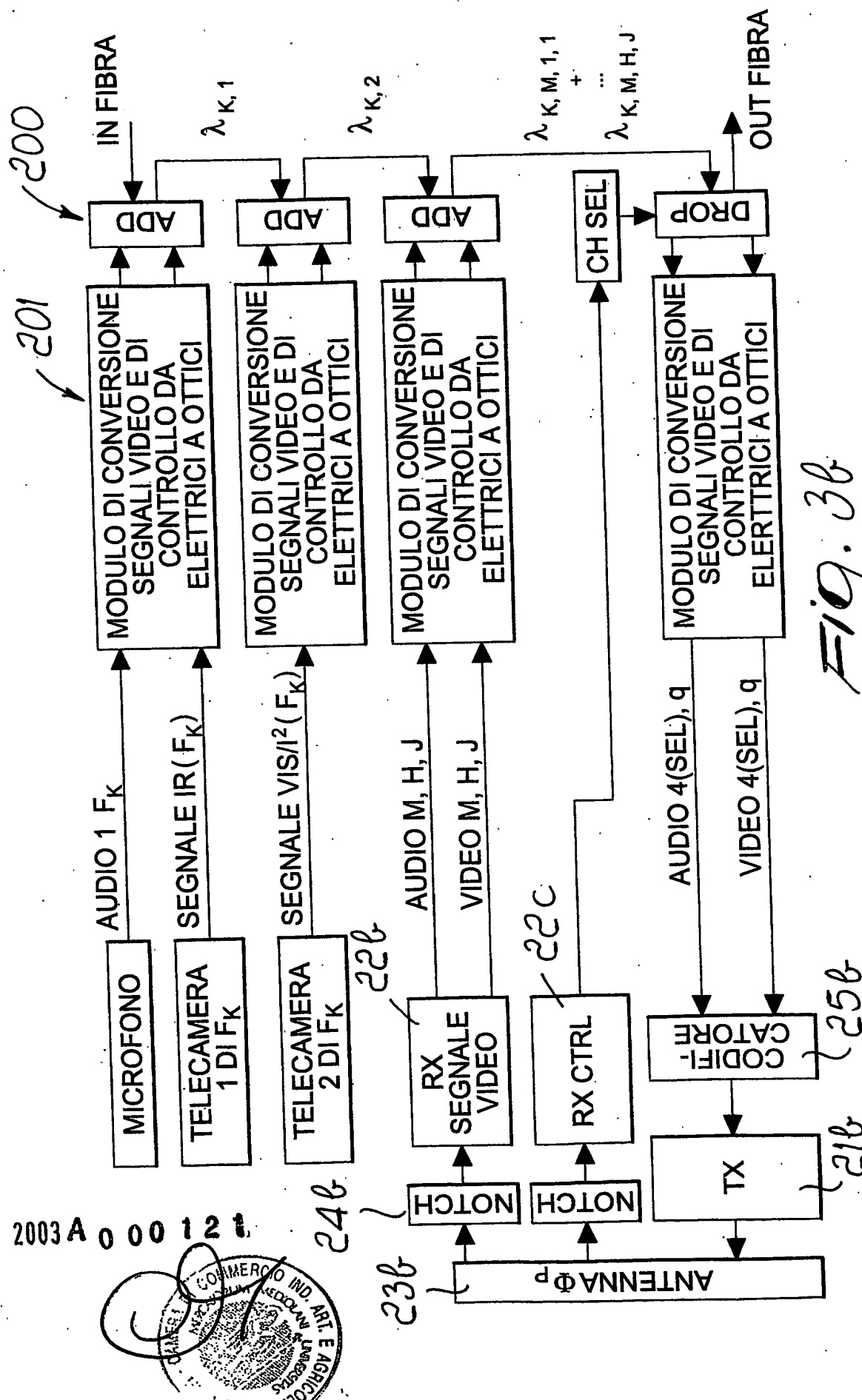


Fig. 3b

fbi

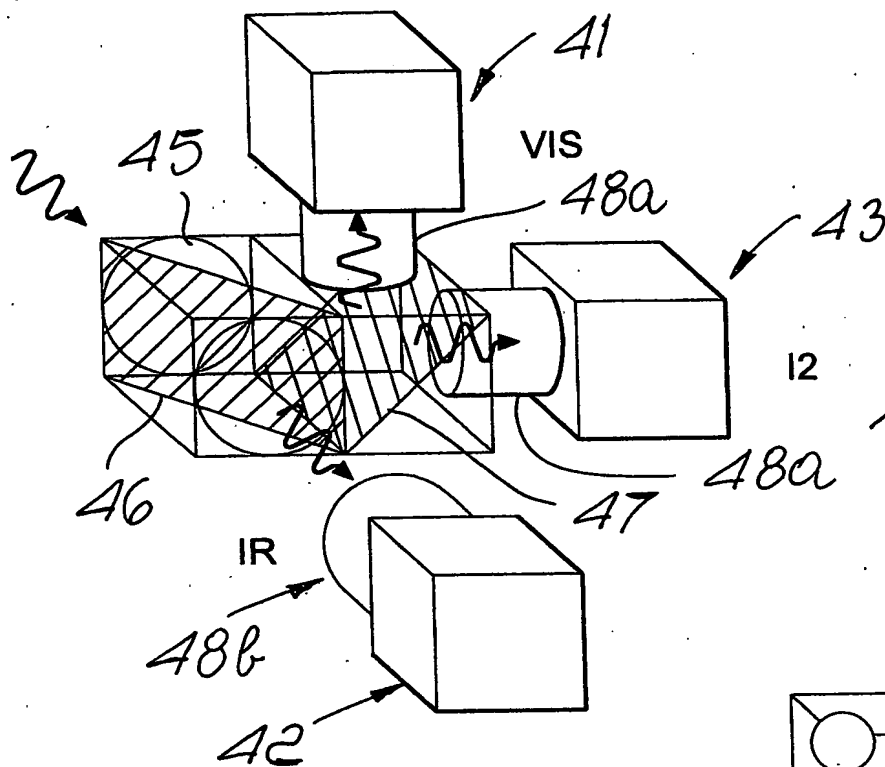


FIG. 4a

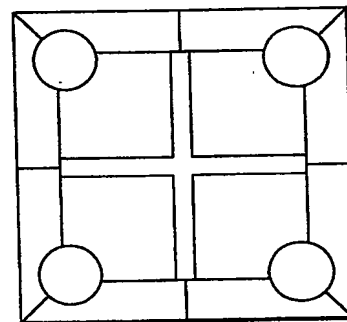
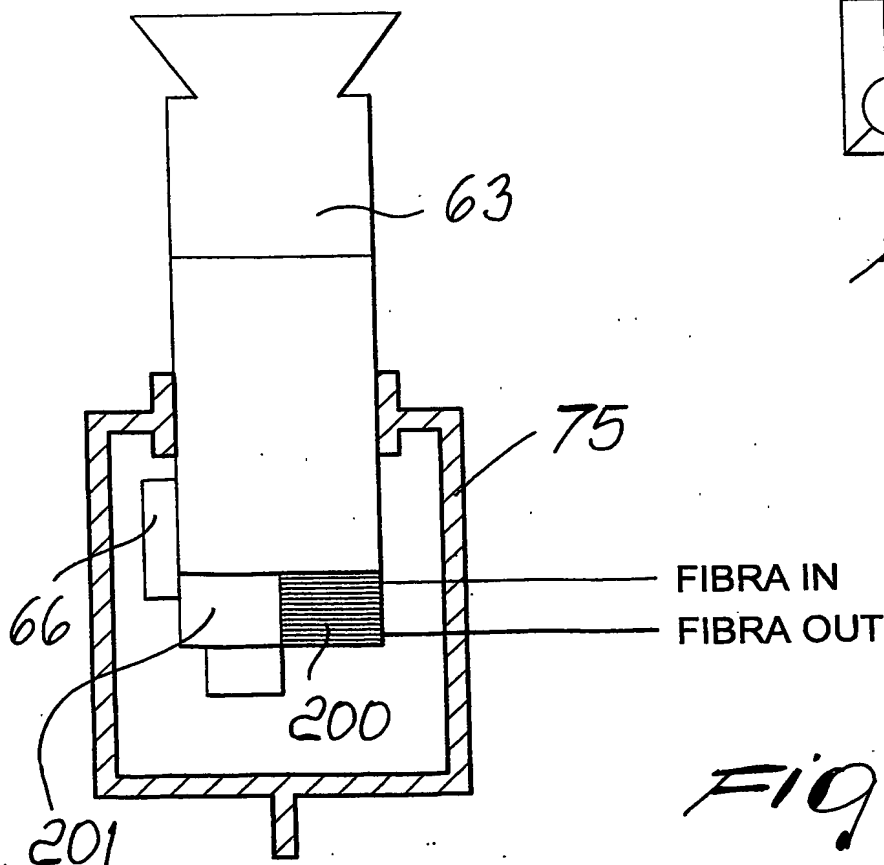


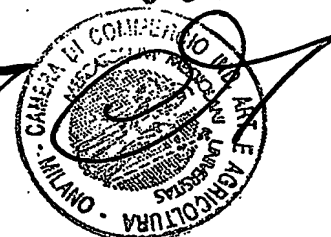
FIG. 4b



FIBRA IN
FIBRA OUT

MI 2003A 0 00 121

FIG. 7



Beni

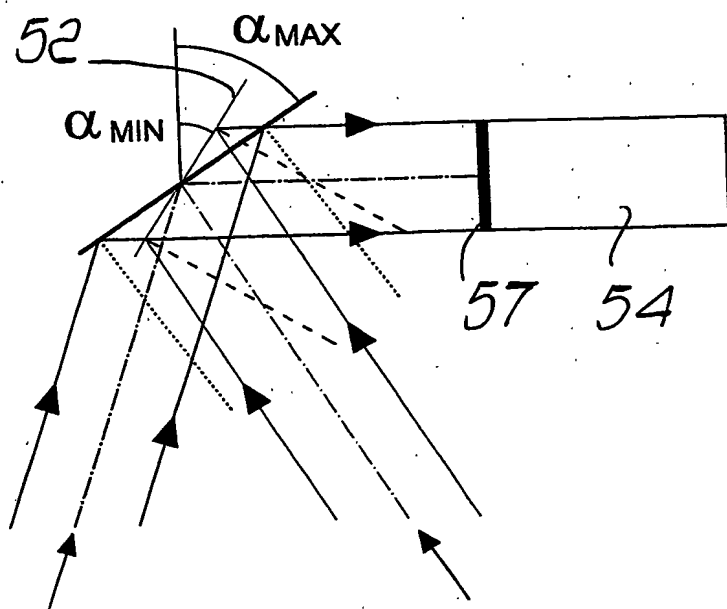


Fig. 5a

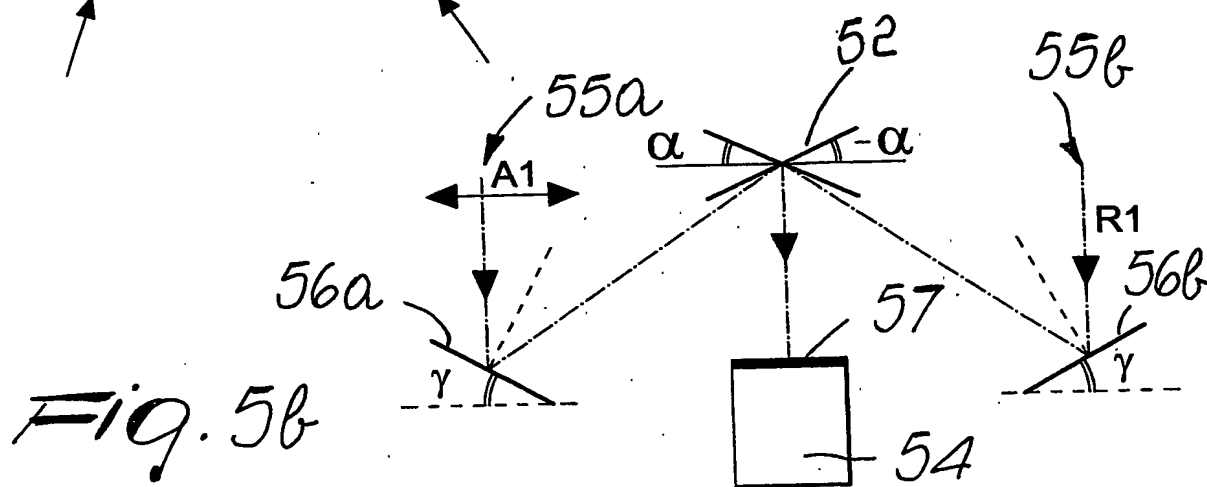
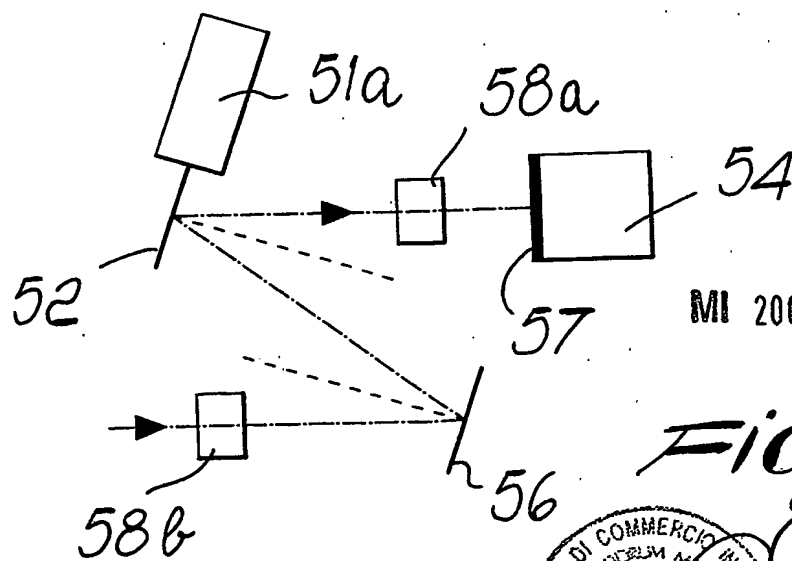


Fig. 5b



MI 2003 A 0 00 1 2 1

Fig. 5c



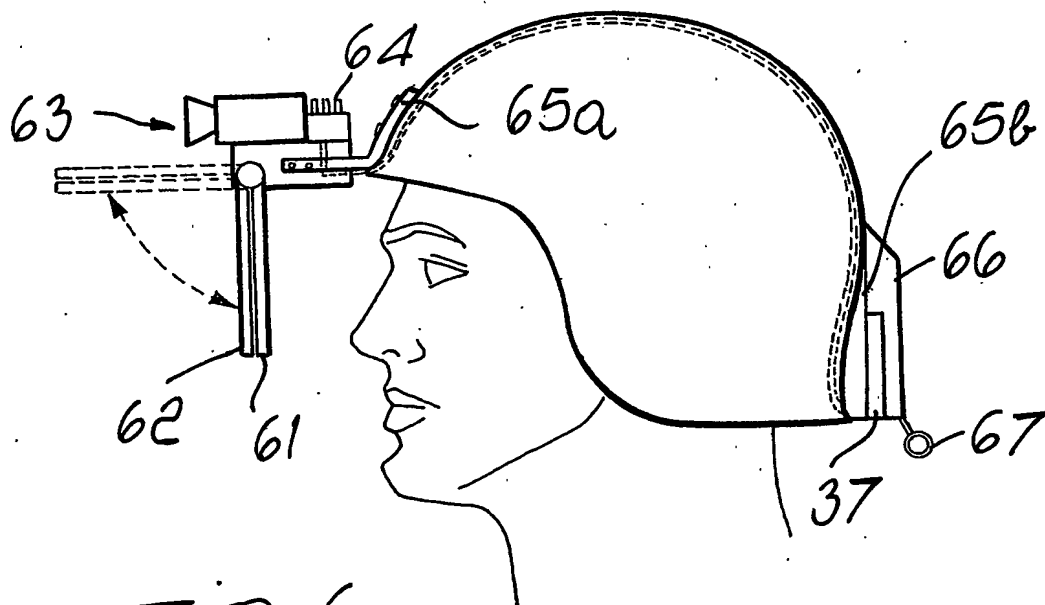


FIG. 6a

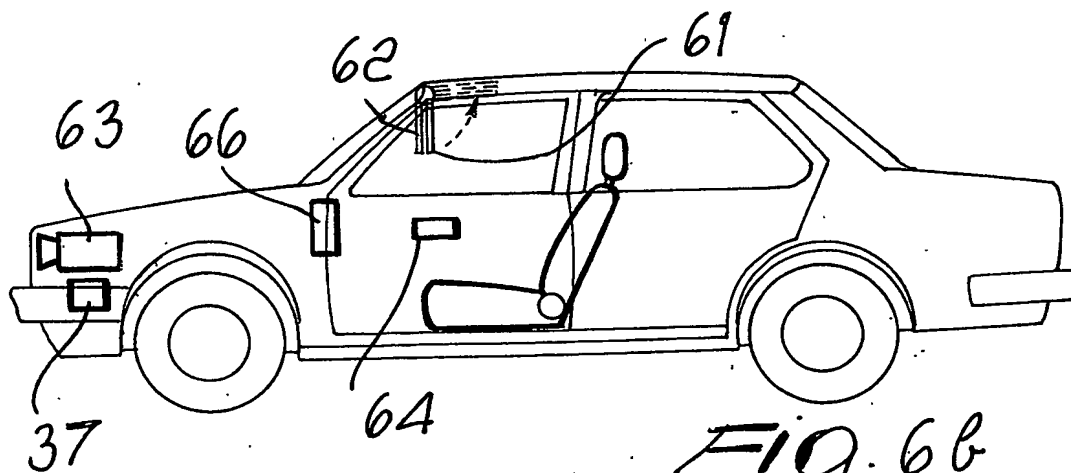
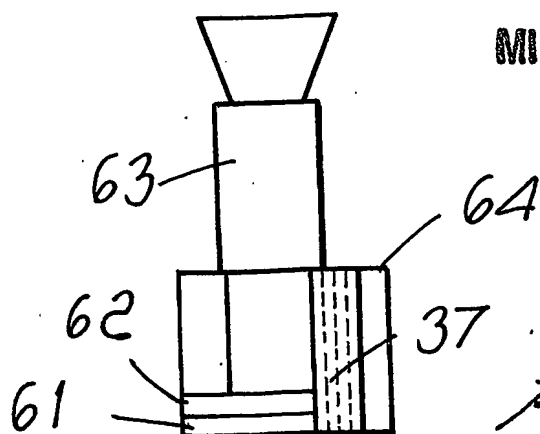


FIG. 6b



MI 2003A 0 00 121

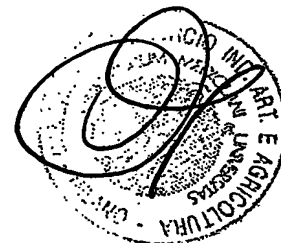


FIG. 6c

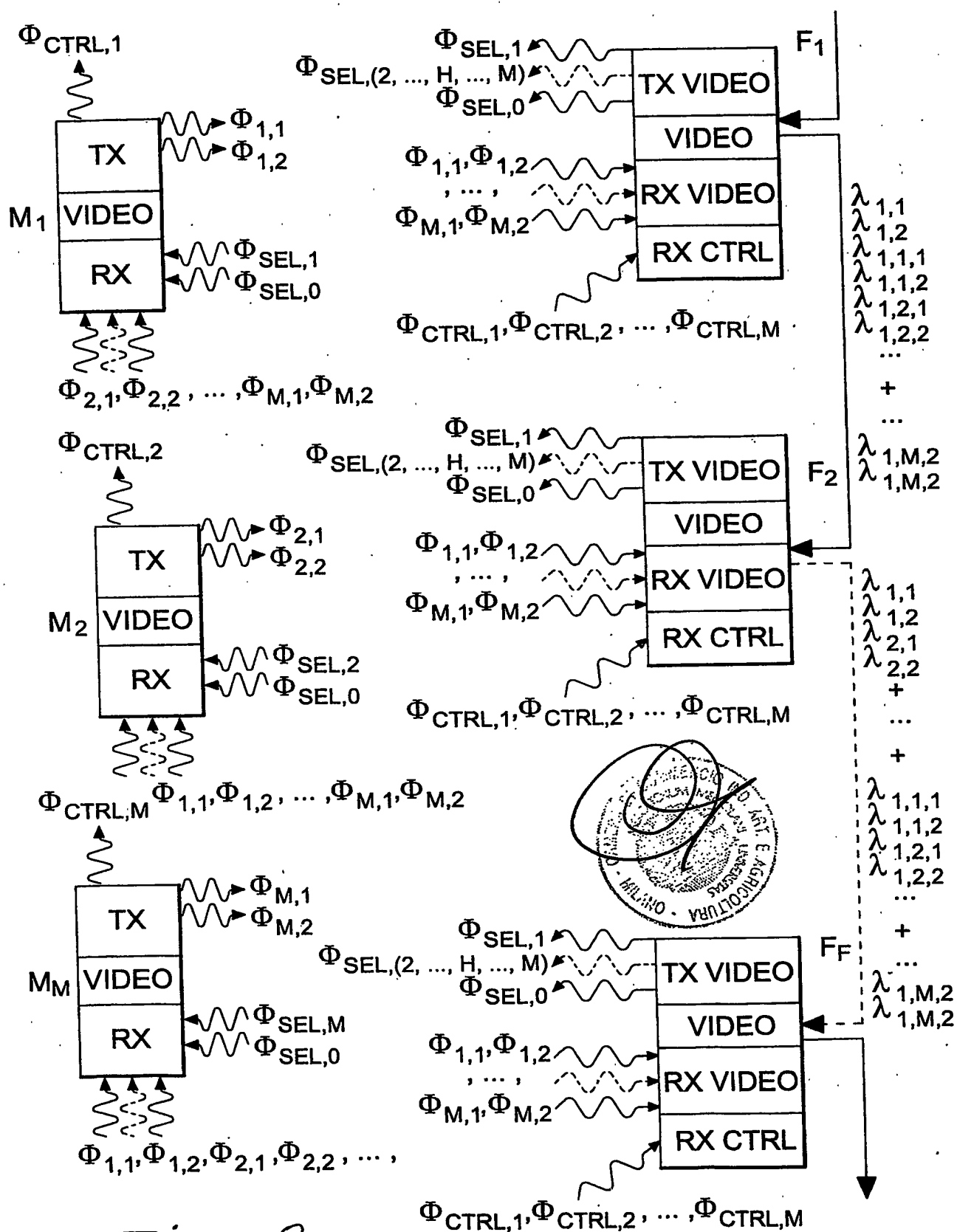
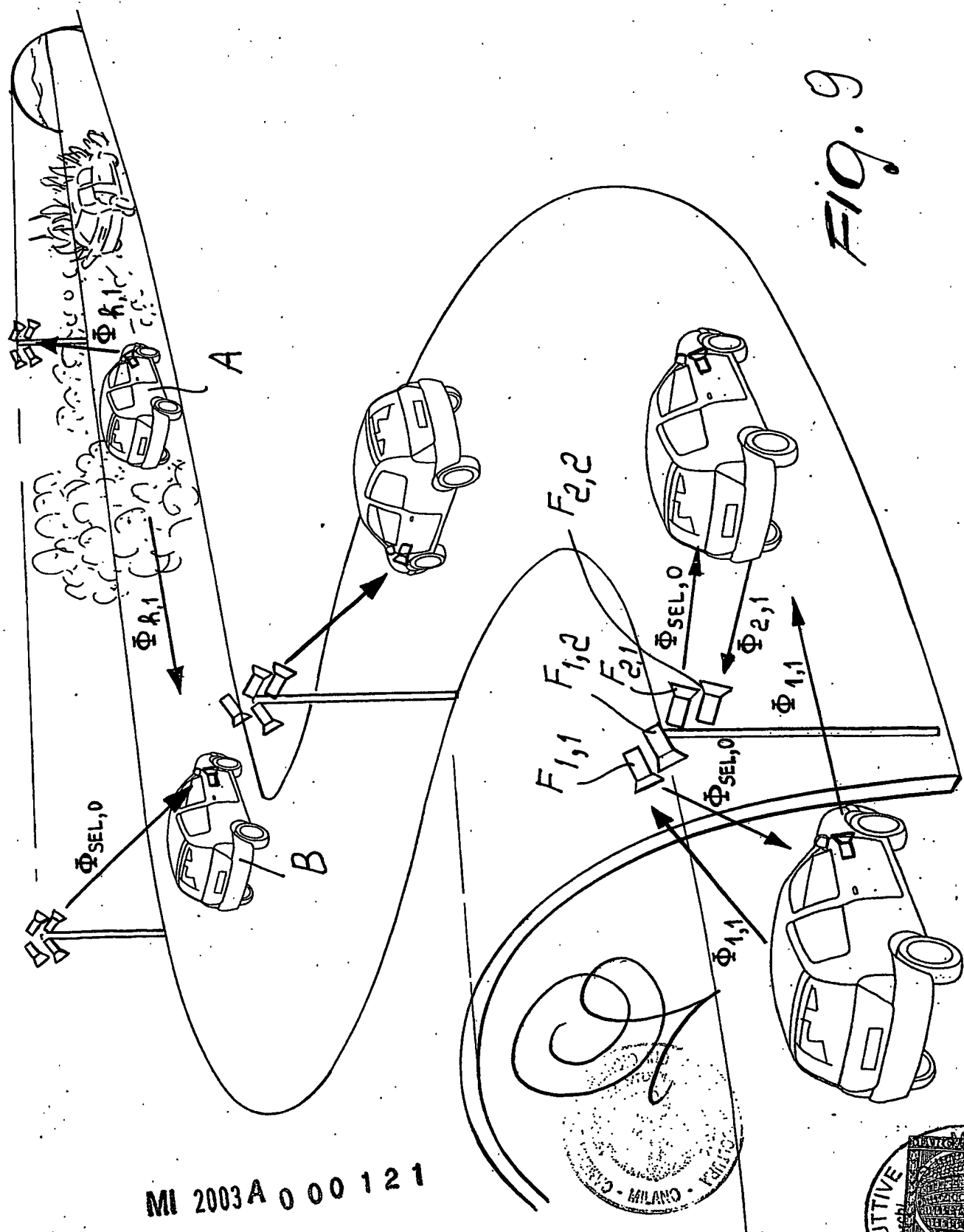


Fig. 8

for

Bo

Fig. 9



MI 2003A 0 00 121

